

Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Aplicaciones del modelo World Class
Manufacturing en una planta de producción de
tapones de plástico

Autor: Juan Ignacio Torres Arjona

Tutor: Ignacio Eguía Salinas

Dpto. Organización Industrial y Gestión de
Empresas I
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2018



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Aplicaciones del modelo World Class Manufacturing en una planta de producción de tapones de plástico

Autor:

Juan Ignacio Torres Arjona

Tutor:

Ignacio Eguía Salinas

Profesor titular

Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas I

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2018

Proyecto Fin de Carrera: Aplicaciones del modelo World Class Manufacturing en una planta de producción de tapones de plástico

Autor: Juan Ignacio Torres Arjona

Tutor: Ignacio Eguía Salinas

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2018

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

Normalmente en la vida las cosas suelen tener cierto orden, y como bien dice el refrán, “cada cosa a su tiempo”, en mi caso no ha sido exactamente así, por distintos motivos la realización de mi trabajo final de grado se ha demorado más de lo que hubiera deseado. Por este motivo, antes de las palabras de agradecimiento, me gustaría pedir las disculpas pertinentes a mi madre, que es, al fin y al cabo, la que más ha sufrido esta demora.

Agradecer a todas las personas que han hecho posible la consecución de esta época de mi vida, a mi madre por todo el apoyo y ayuda, tanto en mi época universitaria como en el resto de mi vida. A mi padre, porque aunque no esté entre nosotros, es uno de los artífices que esté en este mundo y allá donde esté, estoy seguro que estará orgulloso de su hijo. A mi hermana, por su paciencia, cariño y comprensión conmigo. Al resto de mi familia y amigos que me han acompañado todos estos años.

Mención especial a Tetrapak Closures Spain, por darme la oportunidad de trabajar en este lugar y de realizar este proyecto.

Por último, no por ello menos importante, agradecer a Ignacio por su ayuda desde el primer momento cuando la realización de este proyecto no era más que una idea.

Muchas gracias.

Juan Ignacio Torres Arjona

Sevilla, 2017/2018

Este proyecto ha sido desarrollado tras emplear mi primer año como becario en la planta de producción de tapones de plástico Tetrapak Closures Spain, el objetivo principal del mismo se basa en mostrar distintas aplicaciones del modelo organizativo *World Class Manufacturing* (WCM), modelo que abarca a todos los ámbitos, incluido el personal de la empresa, y cuya premisa es la erradicación de todo tipo de pérdidas producidas en la planta.

La primera de las aplicaciones que se expone en este proyecto consiste en un profundo estudio de la evolución del pilar de *Focus Improvement&Costs*, uno de los pilares fundamentales bajo los que se compone el WCM. En este estudio se mostrará la hoja de ruta marcada desde su inicio, las actividades llevadas a cabo, los resultados obtenidos, etc...

En la segunda de las aplicaciones se expondrá un caso de un equipo de mejora, en el cual fui partícipe del desarrollo y ejecución del mismo, cuyo objetivo principal fue la reducción del tiempo empleado en la puesta a punto de la línea tras un cambio de color del tapón a producir. El desarrollo de esta segunda explicación viene marcado por los pasos bajo los que se compone la metodología usada en la planta para equipos de mejora de este tipo.

Abstract

This project has been developed after a first year as a scholarship holder in the production plant of plastic caps Tetrapak Closures Spain. The main objective of this project is based on showing different applications of the organization model World Class Manufacturing, a model that covers personal and all areas of the company, and whose premise is the eradication of all kinds of losses produced in the plant.

The first application that is exposed in this project consists of a deep study of the evolution of the FI&Costs pillar, one of the fundamental pillars under which the WCM is composed. This study will show the roadmap marked since its inception, activities carried out, results obtained, etc...

In the second application a case of an improvement equipment will be presented, in which I participated in its development and execution, whose main objective was the reduction of the time used in the setting up of the line after a color change of the cap to be produced. The development of this second application is marked by the steps of the methodology that is used in the plant for improvement equipments of this type.

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xiv
Índice de Tablas	xvi
Índice de Figuras	xvii
1 Objetivos y alcance del proyecto	10
1.1 <i>Introducción</i>	10
1.2 <i>Objetivos del proyecto</i>	10
1.3 <i>Estructura del Proyecto</i>	11
2 World Class Manufacturing	13
2.1 <i>Contexto histórico</i>	13
2.2 <i>Historia del WCM</i>	14
2.2.1 Origen del modelo WCM	14
2.2.2 Origen del término WCM	15
2.3 <i>Principios básicos</i>	16
2.4 <i>Metodologías empleadas en WCM</i>	19
2.4.1 Mantenimiento productivo total (TPM)	19
2.4.2 Just In Time (JIT)	20
2.4.3 Total Quality Management (TQM)	21
2.4.4 5s	21
3 Empresa, Productos y proceso	23
3.1 <i>Empresa</i>	23
3.1.1 Organización de la empresa	23
3.2 <i>Planta de producción</i>	25
3.2.1 Evolución	25
3.2.2 Productos	25
3.2.3 Lay-Out	26
3.2.4 Área Producción	27
3.2.5 Línea de Producción	27
3.2.6 Proceso de producción	28
3.2.7 Volúmenes	29
3.2.8 Organización del personal de la planta	29
4 World Class Manufacturing en nuestra planta	30
4.1 <i>Historia y evolución</i>	30
4.2 <i>Comité directivo de WCM</i>	31
4.3 <i>Indicadores WCM</i>	31
4.4 <i>Proceso de mejora WCM</i>	32
4.5 <i>5s en la planta</i>	33
4.6 <i>Seguimiento de los resultados</i>	34

4.6.1	Tablones	34
4.6.2	Sistema de gestión diaria. DMS	35
4.7	<i>Sistema de auditorías</i>	36
4.7.1	Auditorías por personal externo de la planta	36
4.7.2	Auditorías internas de la planta	37
4.8	<i>Participación e involucración.</i>	38
4.9	<i>Benchmarking</i>	39
5	Pilar de focus improvement&costs	41
5.1	<i>Responsabilidades del pilar</i>	41
5.2	<i>Misión y Visión del pilar</i>	41
5.3	<i>KPIs</i>	42
5.3.1	Contribución a indicadores de la planta	42
5.3.2	KPIs del pilar	42
5.4	<i>Hoja de ruta</i>	43
5.4.1	Paso 1. Evaluación de la situación	44
5.4.2	Paso 2. Desplegar y priorizar	48
5.4.3	Paso 3. Gobernar pérdidas de eficiencia y rechazo	51
5.4.4	Paso 4. Gobernar pérdidas de eficiencia, rechazo y energía	52
5.5	<i>Resultados</i>	54
5.5.1	Resultados tangibles	54
5.5.2	Resultados intangibles	55
6	Equipo kaizen reducción tiempos set-up	56
6.1	<i>Metodología elegida para equipo de mejora</i>	56
6.1.1	Paso 1. Identificación/Clasificación de la pérdida	56
6.1.2	Paso 2. Justificación/selección de la pérdida a atacar.	57
6.1.3	Paso 3. Comprender el proceso y sus principios de funcionamiento	58
6.1.4	Paso 4. Situación inicial	61
6.1.5	Paso 5. Establecer Objetivos	64
6.1.6	Paso 6. Planificación	65
6.1.7	Paso 7. Análisis de causas raíces	65
6.1.8	Paso 8. Propuesta de contramedidas y planificación	70
6.1.9	Paso 9. Implantar contramedidas	71
6.1.10	Paso 10. Verificar resultados	73
6.1.11	Paso 11. Estandarización	77
6.1.12	Paso 12. Planes futuros	78
7	Conclusiones	80
	Referencias	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie zonal de la planta	27
Tabla 2. Propuestas de mejoras tras problemas encontrados	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Templo del WCM	17
Figura 2. Templo del TPM para JIPM	20
Figura 3. Creador Tetrapak	23
Figura 4. Imagen Tetrapak	23
Figura 5. Organización Tetrapak	24
Figura 6. Plantas Tetrapak en el mundo	24
Figura 7. Evolución planta de Sevilla	25
Figura 8. Producto HC27	25
Figura 9. Producto HC23	25
Figura 10. Componentes del tapón	26
Figura 11. Lay-Out de la planta.	26
Figura 12. Lay-Out de la zona de producción.	27
Figura 13. Lay-Out de una línea de producción.	27
Figura 14. Proceso completo de producción del tapón.	28
Figure 15. Evolución de volúmenes de producción	29
Figura 16. Origen de los pilares en la planta	31
Figure 17. Indicadores generales de la planta	32
Figura 18. Base de la mejora continua. Bucle infinito	33
Figura 19. 5s en la línea productiva	33
Figura 20. Estándar de orden y limpieza específico	34
Figura 21. Tablones en la planta	34
Figura 22. DMS de operarios de producción	35
Figura 23. Tablones de DMS de departamentos	35
Figura 24. Tablón DMS de planta	36
Figura 25. Feedback de los auditores	37
Figura 26. Autoevaluación pilar <i>FI&Costs</i>	37
Figura 27. Pasos de la ruta AM por línea.	38
Figura 28. Participación e involucración de todo el personal.	39
Figura 29. Benchmarking	40
Figura 30. Misión y Visión del pilar <i>FI&Costs</i>	41
Figura 31. Indicadores de la planta responsabilidad de <i>FI&Costs</i>	42
Figura 32. Indicadores del pilar <i>FI&Costs</i>	42
Figura 33. Hoja de ruta del pilar <i>FI&Costs</i>	43
Figura 34. Despliegue de pérdidas de eficiencia	45
Figura 35. Despliegue del rechazo generado	46
Figura 36. Pantalla báscula	47

Figura 37. Báscula y cajón rechazo	47
Figura 38. Programa informático de gestión de pérdidas y rechazo	47
Figura 39. Despliegues de volúmenes y de riesgo de entrega	48
Figura 40. Despliegue de pérdida de horas	48
Figura 41. Despliegue de pérdidas operacionales	49
Figura 42. Evolución anual Waste HC23	49
Figura 43. Despliegue exhaustivo de Waste HC23	49
Figura 44. Loss Cost-Matrix	50
Figura 45. Identificación mayores ahorros	50
Figura 46. Contribución de equipos y actividades de mejora al rechazo	51
Figura 47. Contribución de equipos y actividades de mejora al EE	51
Figura 48. Sistema de monitorización de la energía	52
Figura 49. Prensas de menor consumo	53
Figura 50. Aislamiento térmico a las prensas	53
Figura 51. Optimización parámetros de enfriamiento	53
Figure 52. Evolución OEE	54
Figura 53. Evolución EE	54
Figura 55. Evolución Total Waste	54
Figure 54. Evolución Process Waste	54
Figura 56. Evolución consumo energético	54
Figura 57. Resultados intangibles	55
Figura 58. Estrategia de la planta	57
Figura 59. Pérdidas operacionales 2016	57
Figura 60. Evolución cambios de color 2016-2017	58
Figura 61. Cambios de color por línea productiva	58
Figura 62. Actividades en un cambio de color	59
Figura 63. Diagrama hombre-máquina previo a este equipo	60
Figura 64. Tipologías cambio de color	60
Figura 65. Clasificación cambios de color	61
Figura 66. Codificación colores	61
Figura 67. Información general reportada en base de datos	62
Figura 68. Información reportada por técnico de motán	62
Figura 69. Información referente a limpieza en moldes y prensas	62
Figura 70. Información reportada por técnico de cámaras	63
Figure 71. Modos de fallo	63
Figura 72. Causas de los modos de fallo	63
Figura 73. Objetivo en cambio de color crítico	64
Figura 74. Objetivo en cambio de color no crítico	64
Figura 75. Planificación	65

Figura 76. Frecuencia modos de fallo	65
Figura 77. Frecuencia causas primarias anomalías en cambio de color	66
Figura 78. Análisis causa raíz por defectos de calidad	66
Figura 79. Análisis causa raíz por avería tras finalización en cambio de color	67
Figura 80. Análisis causa raíz por falta de formación al técnico de apoyo	67
Figura 81. Análisis causa raíz por falta de organización del jefe de turno	68
Figura 82. Análisis causa raíz por falta de organización del técnico de producción	68
Figura 83. Análisis por falta de organización del técnico de cámaras	69
Figura 84. Análisis causa raíz por falta de organización en los materiales/herramientas	69
Figura 85. Procedimiento desmontaje y limpieza de torpedos	71
Figura 86. Check list de preparación de materiales	73
Figura 87. Despliegue de pérdidas previo al equipo de reducción	74
Figura 88. Despliegue de pérdidas posterior al equipo de reducción	74
Figura 89. Diagrama hombre-máquina en cambios de color tras acciones implantadas	75
Figura 90. Ejemplo de resultados obtenidos en cambio azul a rojo	76
Figure 91. Ejemplo de resultados obtenidos en cambio verde claro a verde oscuro	76
Figure 92. Ejemplo de resultados obtenidos en cambio verde oscuro a blanco	76
Figura 93. Resultados obtenidos en cambios de color críticos	77
Figure 94. Resultados obtenidos en cambios de color no críticos	77
Figura 95. Información de cambios de color en DMS departamento de producción	78

1 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

1.1 Introducción

Este Trabajo de Fin de Grado se ha llevado a cabo una vez transcurrido mi año de prácticas en la empresa Tetrapak Closures Spain ubicada en Alcalá de Guadaíra (Sevilla). Anterior a mi entrada en dicha empresa, ya se venía trabajando con el modelo de organización World Class Manufacturing, como modelo organizativo basado en la mejora continua, no han sido pocas las actividades desarrolladas durante mi año, actividades que me han permitido obtener una visión y adquirir unos conocimientos siempre amparados bajo el uso del modelo de organización anteriormente comentado.

World Class Manufacturing, tal y como se ha comentado en el apartado anterior, es un sistema de organización de la producción, el cual agrupa distintas metodologías-estrategias, todas ellas enfocadas a la mejora de resultados en distintos aspectos de la industria, siendo con el Mantenimiento Productivo Total (TPM) con la que más aspectos en común tiene, ya que para muchos expertos en la materia es considerada una ampliación de esta.

Los principios básicos del WCM que guían y hacen obtener mejores resultados con el paso de los años son:

- Cero accidentes, cero averías, cero rechazos y cero defectos
- Las personas son la fuerza principal del cambio
- Ambiente de motivación
- Erradicación de todo tipo de pérdidas, haciendo especial hincapié en el origen de las mismas mediante análisis y despliegues.
- Aplicación de metodologías a la hora de erradicar pérdidas.

Dentro de una planta de producción o industria el WCM queda dividido en pilares, los pilares son grupos de personas con distinto perfil cuya función principal es la erradicación de pérdidas relacionadas con su pilar. Como pérdida se considera desde rechazos generados, averías, accidentes hasta las relacionadas con aspectos medioambientales.

Actualmente, World Class Manufacturing (WCM) es sinónimo de excelencia en la industria, y de cara a clientes supone una forma de reflejar el constante cambio y la apuesta que se hace en todos los elementos de su sistema productivo: fomento y habilidades del personal, gestión de la calidad, adaptaciones a los cambios, mantenimientos de los sistemas, responsabilidad con el entorno, etc.

Todo ello ha llevado a grandes empresas a nivel mundial a adoptar el WCM como modelo organizativo, constatando todas ellas, que, aunque el camino no sea fácil y rápido, los resultados a medio-largo plazo son más que beneficiosos para el conjunto de la empresa.

Gran ejemplo de ello queda reflejado en este proyecto, en el cual se verá cómo una empresa de tapones de plástico ha sido capaz de dar un vuelco a gran cantidad de aspectos internos y externos, en tan solo cinco años, gracias al cambio drástico que ha supuesto trabajar bajo el paraguas del WCM.

1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este trabajo consiste en exponer dos aplicaciones reales del WCM a los procesos de fabricación en una empresa de tapones de plástico, en las cuales he participado.

La primera de ellas se basa en uno de los pilares del WCM, *Focus Improvement&Costs*, cuya tarea principal será la de gestionar todas las pérdidas que se provocan en la planta.

El objetivo de este trabajo fin de grado para esta primera aplicación, consistirá en plasmar todo aquello que

desde su puesta en marcha se ha llevado a cabo dentro de este pilar. Mi participación en esta primera aplicación ha supuesto la mayor parte del tiempo empleado en este trabajo.

En segundo lugar, el objetivo consistirá en mostrar el diseño de un equipo multidisciplinar, cuya finalidad consistirá en reducir los tiempos de cambios de color de tapón en las líneas productivas de toda la planta.

Además de estos dos objetivos principales, la realización de este TFG tiene como objetivos parciales:

- Describir los conceptos básicos y la evolución histórica del World Class Manufacturing.
- Poner en contexto al lector acerca de la planta de producción sobre la que se va a desarrollar este trabajo.
- Plasmar distintos aspectos relacionados con la implantación de WCM en la planta

1.3 Estructura del Proyecto

El documento está estructurado en 6 capítulos y en cada uno de ellos se hace referencia a cada uno de los objetivos anteriormente comentados.

- Capítulo 1: Introduce al lector sobre el tema del mismo, indicando los objetivos principales y los específicos de cada capítulo.
- Capítulo 2: Define el modelo de organización World Class Manufacturing, haciendo una primera referencia histórica, y pasando por la descripción de las principales metodologías de las que este modelo está compuesto.
- Capítulo 3: Definición completa de la planta de producción, en la que se explicará entre otros aspectos: grupo empresarial al que pertenece la planta, evolución de la planta, gama de productos y proceso de producción.
- Capítulo 4: En este capítulo quedan reflejado distintos aspectos de gran importancia en la metodología del WCM y cómo han sido o están siendo llevado a cabo en la planta de estudio de este proyecto.
- Capítulo 5: Estudio de investigación sobre uno de los pilares en los que se basa el WCM, **Focus Improvement&Costs**, reflejando la organización del mismo y todo lo llevado a cabo y conseguido desde su puesta en marcha.
- Capítulo 6: Resume el diseño e implantación de un equipo de mejora llevado a cabo cuyo objetivo principal era la reducción de los tiempos de cambio de color, ya que provocaban una pérdida de eficiencia. Este capítulo queda estructurado en los pasos bajo los que está dividida la metodología usada.
- Capítulo 7: Se comentan las conclusiones sobre este trabajo.

2 WORLD CLASS MANUFACTURING

World Class Manufacturing es un camino, un medio, y no un objetivo en sí mismo, es una manera de hacer las cosas, una forma de gestionar la organización

En el desarrollo de este segundo apartado del trabajo, se llevará a cabo una introducción explicativa del sistema organizativo de producción bajo el que se centra este TFG, la Fabricación de Clase Mundial (en inglés, *World Class Manufacturing*, WCM).

Para ello, se expondrá en primer lugar una reseña histórica introduciendo el contexto en el cual surge el WCM y explicando el porqué el mundo industrial se ha visto obligado en los últimos 40 años, a modificar su estrategia y cambiar el enfoque.

Cabe diferenciar entre lo que hoy entendemos como modelo WCM, que surge tras la apertura de consultores japoneses al mundo occidental y que cada empresa lo adapta de una forma u otra, del término WCM que diversos autores, la mayoría de ellos norteamericanos, comienzan a emplear en busca de definir los conceptos y métodos para conseguir la excelencia en el mundo industrial. El origen de ambos es explicado en el segundo apartado.

El tercer apartado se centrará en explicar los principios básicos del WCM.

Por último, se explicarán las principales herramientas que se encuentran bajo el abanico del WCM, haciendo especial referencia a una de ellas, el Mantenimiento Productivo Total (en inglés, *Total Productive Maintenance*, TPM).

2.1 Contexto histórico

Hasta hace unas décadas, las empresas podían competir, muchas de ellas con éxito, siguiendo las pautas de lo que se denomina una gestión tradicional de procesos. No obstante, hoy en día, las empresas han de avanzar en la gestión de sus procesos ligándolos a su estrategia y priorizándolos a partir de ella.

El principal motivo de lo comentado en el párrafo anterior se debe en gran parte a que en el pasado las empresas competían en un entorno que se caracterizaba por un ritmo bajo de cambio y, como consecuencia, la organización era percibida como un conjunto de unidades básicamente estables. Por tanto, el tipo de estructura que correspondía a los requerimientos de este entorno era la caracterizada por una clara subdivisión de la empresa en diversas áreas funcionales.

A diferencia del pasado, hoy estamos inmersos en un mercado de muchos consumidores, caracterizado por un exceso de oferta en cualquier sector y donde el consumidor es el rey. Hemos pasado de un exceso de demanda a un exceso de oferta. En consecuencia, las empresas han de ser conscientes que el fabricar productos de calidad adecuada no les vale únicamente, sino que es una condición necesaria para competir. En este nuevo escenario, las organizaciones innovadoras han percibido claramente que el planteamiento tradicional basado en la organización funcional es insuficiente. Estas organizaciones saben perfectamente que las posibilidades de

superar a competidores pasan por superar las expectativas de clientes y ser ágiles.

Estas organizaciones innovadoras han desarrollado un nuevo planteamiento organizativo, a veces conviviendo con la estructura funcional, alrededor de las actividades que son más importantes en la creación de valor añadido para la organización y con absoluta independencia del área funcional a la que pertenecen.

Es de esta manera como las diversas actividades tienen el punto de mira centrado en su cliente (sea externo o interno) procurando conseguir su satisfacción total y la máxima eficacia y eficiencia interna. Así mismo, las organizaciones innovadoras, entienden que la gestión estratégica de sus procesos es un elemento fundamental, no solo por entender y satisfacer mejor las necesidades de los clientes, sino por adaptarse rápidamente a las necesidades cambiantes del entorno y los clientes. World Class Manufacturing abre el camino hacia estos objetivos.

Algunas compañías estaban bien equipadas para hacer frente a este nuevo entorno y su adaptación fue mínima, pero la gran mayoría tuvieron que dirigir sus esfuerzos a intentar identificar las características necesarias para poder competir con éxito en esta nueva era histórica. Sus distintas iniciativas han desembocado en lo que hoy se conoce como World Class Manufacturing.

2.2 Historia del WCM

2.2.1 Origen del modelo WCM

La información presentada en el siguiente apartado ha sido obtenida del libro “Historia Universal. Edad Contemporánea (Fernández, 1990)

Durante el siglo XIX el interés de occidente por el mundo japonés era puramente económico, ya que buscaban una modernización para que sus productos sean consumidos en estas tierras y adentrarse en el mercado asiático. Más tarde, tras la Segunda Guerra Mundial y comienzo de la guerra fría, surge un mundo dividido por dos modelos políticos opuestos, el EEUU y la URSS. EEUU consiguió relanzar a Japón y vincularlo al mundo capitalista.

En consecuencia, la vinculación de Japón con el mundo capitalista provocó que este país haya basado su desarrollo en los conocimientos y técnicas estadounidenses, de forma que en numerosas ocasiones sea difícil identificar quién es el autor de distintos métodos o técnicas vinculados a las mejoras en producción.

Es en la época de ocupación norteamericana en tierras niponas, año 1950, cuando el Dr. W. Edwards Deming comienza a crear una enorme influencia en la industria con sus conceptos de calidad y estadística. Como experto en esta última materia, les enseñaba a los japoneses a cómo poder controlar la calidad de sus productos durante la producción mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la propia ética de trabajo del pueblo nipón, se creó toda una cultura de calidad. Nace de esta forma, el tan famoso premio nacional de la calidad, que lleva su propio nombre, “premio Deming”.

A raíz de las prácticas promovidas por Deming, se empiezan a desarrollar, en la década de 1950 y posteriores, estrategias de gestión de la calidad que terminarán por provocar el origen del concepto de Gestión de la Calidad Total (en inglés, *Total Quality Management*, TQM).

El desarrollo de la gestión de la calidad en Japón es liderado por JUSE, una fundación para la ciencia y tecnología, que nace en 1946 bajo autorización del gobierno japonés, cuyo objeto principal es el de promover los estudios necesarios para el avance de la ciencia y tecnología con el objetivo del desarrollo del mundo de la industria y la cultura.

Paralelamente al desarrollo de JUSE, nace en los años 60, a petición del gobierno japonés, el JIPM. JIPM es la entidad japonesa que origina el *Total Productive Maintenance*, TPM, cuya finalidad es servir de apoyo a las organizaciones en la producción, reduciendo los riesgos y mejorando la eficiencia total de los equipos en las industrias de fabricación. En 1971 JIPM, por encargo del Ministerio de Industria, presentó TPM como el último método que busca la eficiencia productiva.

Durante los primeros 20 años, TPM constaba de la metodología 5S y OEE, posteriormente es revisado y comienza a presentarse bajo la forma de 8 pilares.

Es a comienzos de los años 90, cuando surge la *Japan Association of Maintenance and Service Contractors* y empiezan una actividad más comercial en occidente, de modo que durante esta década se comienza a considerar TPM como modelo de gestión empresarial.

Bajo esta apertura de los consultores japoneses al mundo occidental surgió un problema ocasionado por la incapacidad de los mismos a integrar la política y estrategia de sus clientes occidentales bajo los principios del TPM.

Bajo este panorama, surge posteriormente la necesidad de que TPM evolucione para adaptarlo al mundo occidental. Esta evolución del TPM y la consecuencia convertida en forma de resultados excelentes obtenidos, hacen que surja lo que hoy se denomina el modelo WCM.

2.2.2 Origen del término WCM

En paralelo a todo lo comentado en el subapartado anterior, diversas celebridades comienzan a emplear los términos excelencia en la industria y World Class Manufacturing.

Tras su visita a distintas empresas en Japón a finales de los 70 y principios de los 80, Schoenberg escribió “*Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity*” (Schoenberg, 1982), comenzando de este modo su estudio sobre eficacia y eficiencia en organizaciones. Llega a la conclusión que la excelencia del pueblo nipón no está obligatoriamente ligada a su cultura, sino a un conjunto de conceptos, principios, políticas y técnicas de gestión, demostrando que los mismos resultados pueden llevar consigo resultados eficaces en tierras norteamericanas. De aquí que el mundo occidental intente aplicar estos modelos, aunque deben adaptarlos principalmente debido a las diferencias culturales.

El término World Class Manufacturing fue utilizado por primera vez por Hayes y Wheelwright en su trabajo “*Restoring our competitive Edge: Competin Through Manufacturer*” (Hayes & Wheelwright, 1984), estudiando la pérdida de competitividad en distintos sectores industriales americanos frente a japoneses y alemanas, encontrando que existían muchos puntos en común entre ellas. De este estudio surge un conjunto de prácticas que deben comenzar las empresas americanas para alcanzar el liderazgo a nivel mundial.

Hayes y Wheelwright identifican seis perspectivas claves a desplegar para lograr ser una empresa WCM, ser más rentable que los competidores, contratación y retención del mejor personal, desarrollo del personal de ingeniería, respuesta rápida a cambios del mercado, enfoque de ingeniería para el producto y proceso y la mejora continua.

Ya en 1988 Gunn hacía alusión en su libro “*Manufacturing for Competitive Advantage: Becoming a World Class Manufacturer*” (Gunn, 1988), que una empresa WCM debe tener como pilares de apoyo: Calidad Total (TQC), Just in time (JIT) y fabricación integrada por ordenador (CIM). No estuvo muy desacertado si lo comparamos con lo que hoy en día conocemos como modelo WCM, ya que, aunque éste se base en TPM, también considera un alto grado de los sistemas TQM y JIT.

Más tarde, Schoenberg resumió los trabajos ya comenzados previamente en 1982, “*World Class Manufacturing: The Next Decade*” (Schonberger, 1996) y acuñó el término World Class Manufacturing, pasando a tener un reconocimiento internacional. El autor relata distintas historias de éxito, haciendo también alusión a errores cometidos, de empresas que han adoptado ese conjunto de principios y técnicas japonesas entre las que encontramos el JIT y TQM. Dentro de estas historias, Schoenberg relata que se han conseguido logros como: mejora en tiempos de entrega, automatización del control de inventario, reemplazo de sistemas informáticos costosos en lugar de pizarras y sistemas gráficos manuales y un largo etcétera.

Schoenberg reconoce la dificultad de la adaptación al cambio, destacando la importancia de la participación de todos los empleados y la interacción, tanto en la toma de decisiones como en la resolución de problemas. Redefine la excelencia en términos de competencia, uso de la capacidad, enfoque al cliente e implicación del empleado, impulsado por el rendimiento basado en datos.

2.3 Principios básicos

World Class Manufacturing

World Class Manufacturing en el mundo industrial es sinónimo de excelencia. El concepto World Class Manufacturing quiere decir “fabricación de clase mundial”, es la fábrica en la que las demás del mismo sector intentan tener resultados similares.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, el término World Class se impuso en la década de los 80 cuando numerosas empresas comenzaron a desarrollar estrategias de mejora de la productividad, siguiendo el sistema de producción de Toyota. Se utiliza como sinónimo de excelencia, capacidad de cambio, mejora continua, resultados sobresalientes. Este término engloba a las estrategias utilizadas dentro de la empresa para optimizar la calidad de sus productos, mejorar tiempos de respuesta y eliminar todo tipo de pérdidas. Por lo tanto, una organización World Class es aquella que ha transformado todos los elementos de su sistema productivo: formación, gestión de la calidad, organización para el diseño de sus productos, gestión de stocks, selección de equipos, mantenimiento, sistemas contables, tecnologías de información y un largo etcétera con la finalidad de lograr los objetivos marcados.

WCM es la agrupación de estrategias como Control Total de Calidad (TQC), Sistemas de producción Justo a Tiempo (JIT), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Ingeniería concurrente, 5s y otras estrategias de gestión tecnológica y servicios. Su objetivo es que las empresas logren los mejores resultados inicialmente en el tiempo de respuesta, productos y servicios de gran calidad y costes competitivos. Más tarde se incorporaron otras variables clave como la gestión del medio ambiente y seguridad del personal e instalaciones.

Lean Management

Cuando hablamos de Lean hacemos referencia a un proceso de mejora de la producción que busca eliminar todo tipo de despilfarros. Lean management agrupa principios y prácticas de mejora continua que se emplean para eliminar despilfarros en toda la cadena de valor del negocio. Los resultados económicos son importantes, ya que logramos eliminar pérdidas a través de un método sistemático y con la participación de los integrantes de la organización.

Relación entre World Class y Lean Management

Una vez vistos ambos términos, podemos considerar que World Class es la capacidad competitiva central de una organización, creada con el paso del tiempo y la acumulación de recursos intangibles como el propio conocimiento, saber y experiencia. Por su parte, Lean es un proceso práctico usado para obtener capacidades centrales de una organización, orientada a eliminar despilfarros. Aunque no son términos similares, cabe decir que son complementarios, siendo Lean Management el proceso y World Class la estrategia competitiva de la compañía.

Templo del World Class Manufacturing

El modelo de organización World Class Manufacturing se sustenta bajo diez pilares que abarcan todos los aspectos de la empresa, de forma que la empresa que consiga hacer sólidos dichos pilares, logrará alcanzar la ya comentada excelencia empresarial.

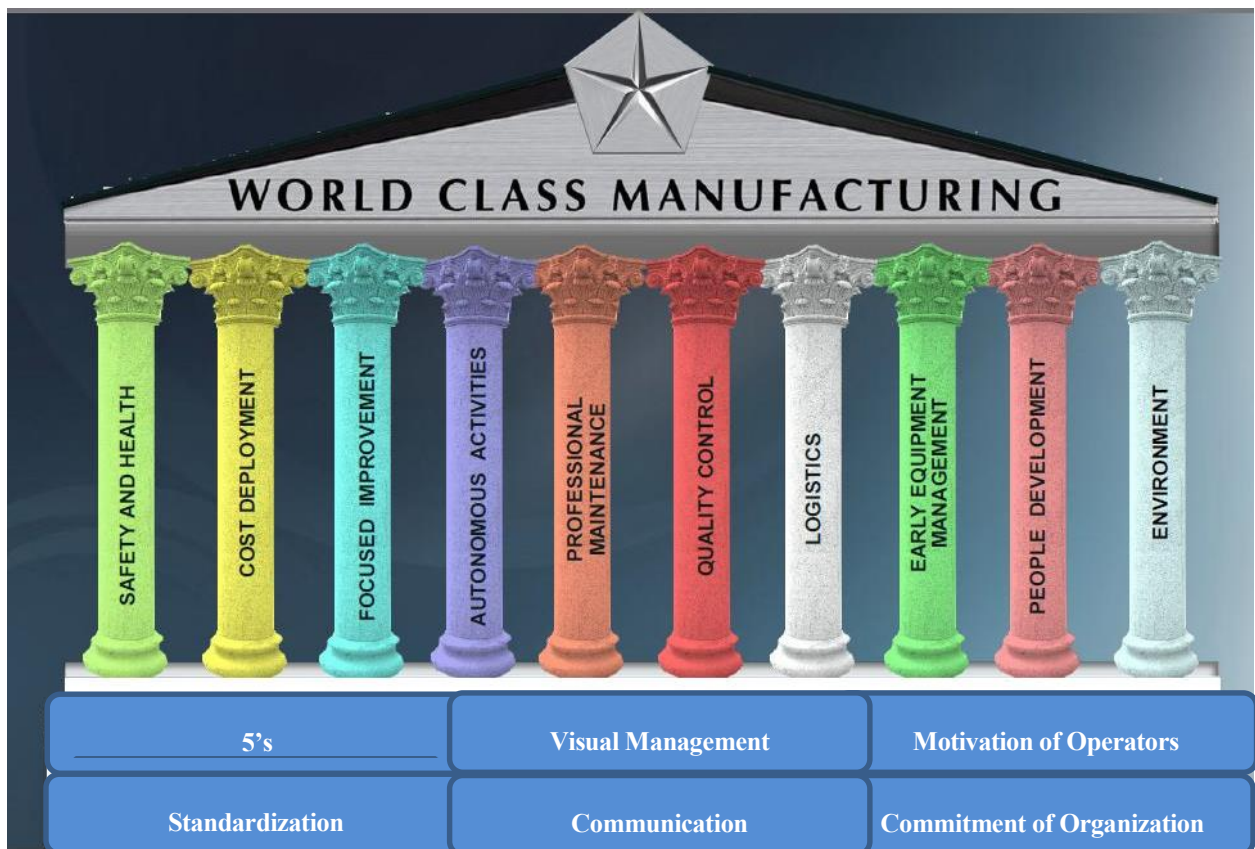


Figura 1. Templo del WCM

En la imagen (Templo del WCM) vemos representado el templo de la filosofía WCM, mostrando que se desarrollan tanto los pilares como los fundamentos o bases, sin los cuales sería imposible sustentar los distintos pilares.

En primer lugar, se tiene la **estandarización**, herramienta clave del programa, comenzando por reestablecer o definir el estándar. Existen tres tipos de estándares:

- Estándares esperados: duraciones, estándares 5's, etc.
- Procedimientos operativos estandarizados: listado de actividades a llevar a cabo para conseguir el estándar esperado. Algunos ejemplos pueden ser: lista de tareas a realizar, procedimientos de inspección...
- Lección sobre un punto (*One Point Lesson*, OPL): ilustración visual de un punto, mejoras mostrando el antes y el después, conocimientos básicos.

Además de la estandarización, tenemos las **5's**, que serán explicadas con más detenimiento en apartado posterior, y que es una actitud continua con la finalidad de cuidar el puesto de trabajo. Ni el restablecimiento ni la actividad de mejora pueden empezar sin aplicar las 5's, por este motivo, se deben considerar como integradas en todos los recorridos de reducción de pérdidas.

Resulta clave una buena **gestión visual**, que haga de medio para que todo el personal sea consciente de los resultados y no se cometan errores a la hora de realizar diversos procedimientos o acciones. Del mismo modo, una falta de **comunicación** evitará que se consiga avanzar en la mejora continua que WCM va buscando.

Como se ha comentado en apartados anteriores, sin el **compromiso e involucración** por parte de todo el personal nada tiene sentido, ya que no es una tarea fácil y que conlleve resultados a corto plazo, por lo que el compromiso fiel por parte de la dirección y la gestión de ésta, involucrando a todos los empleados resultarán clave para que WCM sea el medio para obtener la excelencia.

Pilares del WCM

Como pilar se entiende a un conjunto de acciones dirigidas a la mejora de un tema particular. Consta sistemáticamente de siete pasos, que se deben implementar sobre un periodo determinado, frecuentemente varios años. Normalmente, cada pilar tiene un responsable miembro del comité de dirección.

Para cumplir su misión ha de enfocarse en la eliminación continua de una serie de pérdidas mediante un conjunto de métodos de mejora y sistemas de gestión, según un plan específico desplegado en planes de acción detallados implementados mediante grupos de mejora.

Cada pilar se encarga de una serie específica de pérdidas y es responsable de los más importantes métodos de reducción de pérdidas y conservar las ganancias mediante diversos sistemas de prevención.

A continuación, se realizará una breve descripción de cada uno de los pilares del WCM, haciendo referencia a la pérdida que es responsable cada uno.

- **Seguridad y salud** tiene como meta ir alcanzando paso a paso cero accidentes dentro de la empresa.
- **Despliegue de costes** es el pilar encargado de identificar y cuantificar las pérdidas en la planta y resto de la empresa y plantear un programa específico de erradicación de pérdidas. Por lo tanto, será necesario conocer las pérdidas de todos y cada uno de los equipos, líneas de producción, operaciones para poder proporcionar información a dicho pilar y que pueda trabajar correctamente.
- **Mejora continua** posee las herramientas y métodos de organización y producción
- **Mantenimiento autónomo** es el pilar encargado de hacer que el operario obtenga y desarrolle habilidades y capacidades que le permita ser autónomo dentro de su puesto de trabajo.
- **Mantenimiento profesional** se centra en un análisis exhaustivo de las causas raíces de los fallos o interrupciones de los distintos equipos o máquinas.
- **Control de la calidad**, se utiliza para evaluar y mejorar la fiabilidad de los productos y procesos

relacionados con la calidad. Se usan herramientas de modelado y monitoreo.

- **Logística**, velará porque todas las acciones necesarias que se llevan a cabo en una empresa optimicen el tiempo de fabricación, siempre con la mirada puesta en la satisfacción del cliente y los costes que conllevan dichas acciones.
- **Gestión temprana** tiene como objetivo evitar las pérdidas debidas a la puesta en marcha de una instalación nueva, causadas por no haber tenido en cuenta diversos factores.
- **Desarrollo del personal** es el pilar encargado de fomentar y proporcionar a todas las personas que trabajan en la empresa distintas formaciones para desarrollar distintas habilidades, evitando de esta forma las pérdidas debidas a error humano o falta de competencia.
- **Medioambiente y social**, su objetivo principal es lograr la cero contaminación y cero molestias a los grupos de interés de la compañía.

2.4 Metodologías empleadas en WCM

2.4.1 Mantenimiento productivo total (TPM)

Para muchos expertos en la materia, WCM se considera una continuación del TPM a la cual se le han incorporado distintos aspectos.

Es una metodología que surge con la finalidad de mejorar la disponibilidad de los medios de trabajo.

Se caracteriza porque primero se apoya sobre el mantenimiento en un sentido global dándole mayor importancia a la gestión técnica de los medios de trabajo; y segundo, que tiene un carácter participativo en la medida que implica a todas las personas que puedan influir en la mejora continua de la disponibilidad de los medios de trabajo.

Como se ha visto en apartados anteriores, JIPM es la institución encargada entre otras muchas tareas de describir TPM como:

“Método de gestión de la producción el cual ha sido desarrollado en Japón durante las últimas décadas. Aunque se centra fundamentalmente en la producción, todas las áreas son tenidas en cuenta. TPM crea una cultura corporativa la cual constantemente se esfuerza en eliminar pérdidas a través de formaciones de grupos de trabajo. Una buena implantación de TPM, llevará consigo alcanzar los tres ceros: “cero averías, cero defectos y cero accidentes”.

TPM se fundamenta en 8 pilares básicos, los cuales marcan las estrategias fundamentales para desarrollar el programa de una organización. Son implantados bajo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Según JIPM, institución encargada del TPM, para lograr cero averías será necesario el correcto desarrollo de los cinco primeros pilares que se observan en la siguiente imagen, sumándole el pilar de calidad obtendremos los ceros defectos, y por último mediante la incorporación de los dos últimos, administración y oficinas con seguridad y medioambiente seremos capaces de obtener los cero accidentes.

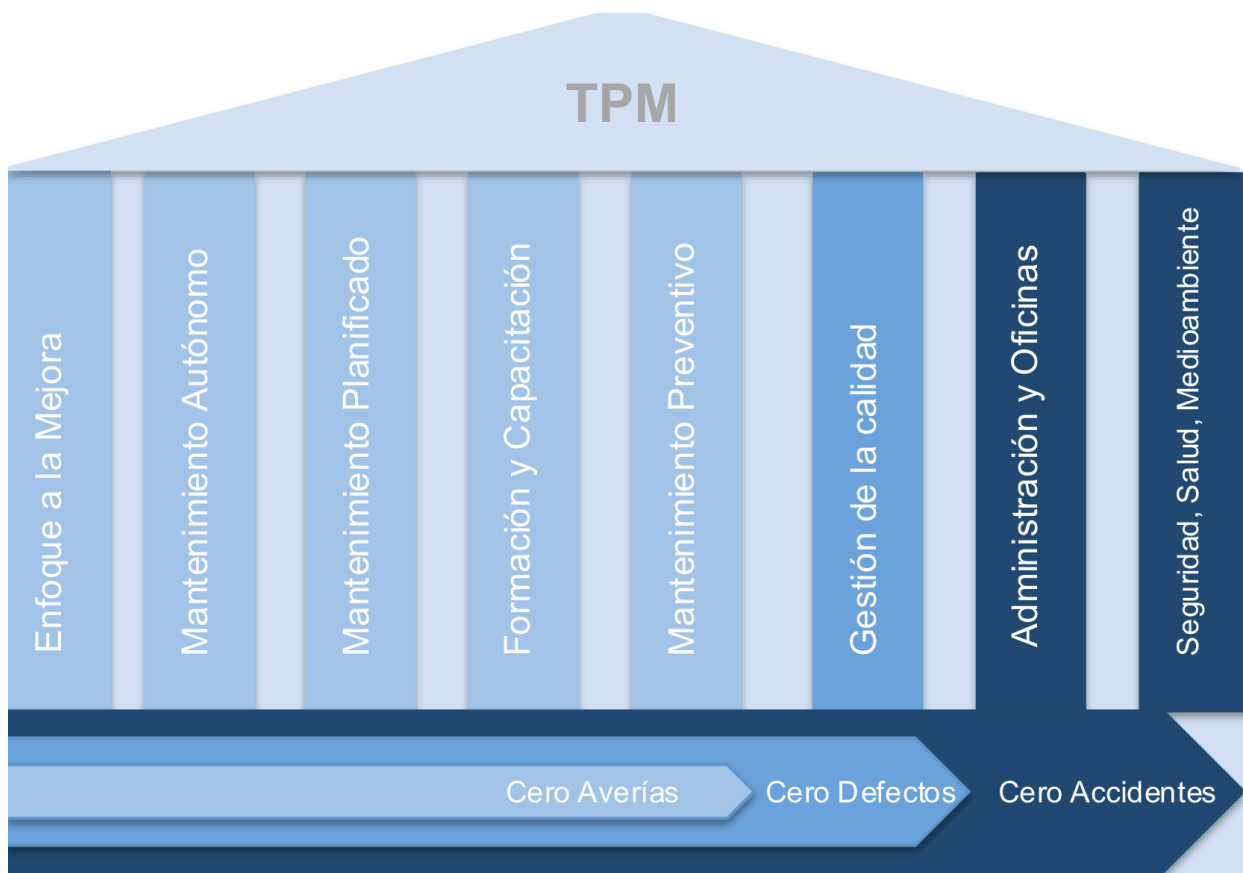


Figura 2. Templo del TPM para JIPM

2.4.2 Just In Time (JIT)

En español, justo a tiempo, es una metodología que busca la forma óptima de llevar a cabo el sistema de producción Toyota, que fue el promotor de la misma y quien la ha desarrollado hasta convertirla en la base del Lean Manufacturing.

Se basa en proporcionar entradas, ya sea en forma de materias primas o componentes, a la línea de fabricación de forma que lleguen justo a tiempo.

Es una filosofía orientada a la producción bajo demanda, por lo tanto, JIT no es un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas sino la cantidad necesaria en el momento preciso.

Su ventaja parte de la capacidad que desarrolla la empresa para entregar al mercado el producto solicitado, en un tiempo breve y en la cantidad requerida, evitando costes innecesarios.

En el libro (Herramientas para la calidad, 2004) Ricardo Coderch identifica los cuatro objetivos esenciales del JIT:

- Poner en evidencia los problemas fundamentales de la empresa.
- Eliminar despilfarros.
- Buscar simplicidad
- Diseñar sistemas para identificar problemas.

2.4.3 Total Quality Management (TQM)

Total Quality Management, o gestión de la calidad total, consiste en aplicar el concepto de “Calidad Total” a todos los sistemas de gestión de la empresa. Con ello se busca integrar la calidad en todos los procesos de la organización.

Con su correcta implantación se ayuda a la organización a obtener el máximo de eficiencia y flexibilidad en todos sus procesos, enfocándola hacia la obtención de los objetivos a corto y medio plazo.

Gracias al TQM se consigue cubrir términos como la satisfacción del cliente. Su objetivo no es solo vender bajo una calidad estipulada, también pretende obtener beneficios para todos los miembros dentro de la organización, introduciendo aspectos como la mejora de condiciones de trabajo, formación del personal...

Al igual que otras metodologías, también se basa en una mejora continua por ello apuesta por una filosofía de mejora continua PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), consiguiendo optimizar las áreas e introduciendo herramientas que mejoren la calidad total de la empresa.

La gestión de la calidad total establece unos principios básicos para poder ser implementada en una empresa, estos son: la calidad siempre en primer lugar, el cliente como prioridad, toma de decisiones llevadas a cabo bajo una justificación basada en datos, priorización de actividades, exhaustivo control en el origen de la actividad y trato respetuoso hacia todo el personal.

Las herramientas básicas para la implantación del TQM son: ciclo PDCA, práctica de estandarizar puestos de trabajo y actividades que son realizadas en los mismos, establecer un cuadro para fijar objetivos y planificar estrategias y uso de métodos que ayuden a ver como se encuentra la organización en todo momento mediante herramientas de medición como diagramas de control o histogramas.

2.4.4 5s

5s es un método de trabajo riguroso, simple, robusto, profundo, disciplinado y efectivo desarrollado por Toyota para conseguir mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza; siendo más ordenado, limpio, seguro y visual, todo ello encaminado a una mejora de la productividad.

Implica una filosofía de mejora continua como principio de que todo puede mejorar, busca detección y solución de problemas desde su origen, eliminándolos antes de que se propaguen.

Cada una de las “S” hace referencia a una etapa, las cuales nos llevarán a conseguir los objetivos estipulados. Las cinco etapas son muy sencillas de implementar, por lo que no requieren una formación compleja ni grandes expertos en el tema. Simplemente se requiere una metodología disciplinada y rigurosa para poder llevar a cabo las etapas de calidad. Las 5s son:

1. **Seire** (Clasificación). La primera fase es la de clasificación y descarte, separando las cosas innecesarias de las necesarias, manteniendo sólo las necesarias. De estas últimas, se tendrán las cantidades adecuadas y lugar conveniente. Esta fase permite una reducción de stock, capacidad de almacenamiento, necesidades de espacio, transporte y seguros. Evita la compra de materiales que no son necesarios, aumenta la productividad y permite una mayor economía y clasificación.
2. **Seiton** (Orden). Esta segunda fase consiste en decidir dónde colocar las cosas, haciendo un estudio previo a decidir dónde debe ir cada cosa, para de esta manera saber dónde conseguir cada cosa en el momento en que se necesita. Hay que tener en cuenta lo que se utiliza constantemente, lo que se utiliza de vez en cuando y quién utiliza cada cosa. Cada una de las cosas ha de tener su espacio en un lugar único, donde se debe encontrar y a donde debe volver tras ser usado. Todo debe estar disponible en su sitio y cuando se necesite. Esta fase permite un ahorro de tiempo de trabajo (menor tiempo de búsqueda de material), una mayor facilidad de producción, ejecución de trabajo y transporte interno, una menor necesidad de controles y producción y gestión de stock, mayor productividad y racionalización del trabajo, además de mayor clima laboral.
3. **Seiso** (Limpieza). La tercera fase trata de la limpieza en la empresa, fase de la que debe ocuparse todo el personal. Cada persona debe tener asignada una zona del lugar de trabajo de la que se encargará de mantener su limpieza bajo su responsabilidad. Todas las áreas son asignadas a alguna persona. La limpieza ofrece seguridad y calidad en la empresa. Las ventajas de esta fase se centran en una mejor

imagen interna y externa de la empresa, mayor facilidad en las ventas, mayor productividad y menores daños de productos y materiales, menor pérdidas. Además, se favorece un buen clima laboral, ya que la limpieza da una mejor sensación dentro de la empresa.

4. **Seiketsu** (Normalización). La fase de normalización consta de la higiene y la visualización, del mantenimiento de la limpieza y el orden para ofrecer una mayor seguridad y calidad en la empresa. Se requiere una buena disciplina para poder lograr los objetivos. La visualización consiste en la gestión continua de la higiene. La gestión visual adquiere una gran importancia en esta fase. Las ventajas de esta fase ya se han podido encontrar en las primeras, sobre todo la mejora de la imagen de la empresa a nivel interno y externo, mayor motivación y satisfacción del personal y mayor seguridad dentro de la empresa.
5. **Shitsuke** (Mantener la disciplina). La última fase de las 5s, tras haber completado las otras, consiste en la disciplina y compromiso. La disciplina es la voluntad de hacer las cosas como se deben hacer, tener buenos hábitos, el compromiso se basa en la mejora continua. Busca sobre todo crear hábitos en base a los puntos anteriores

3 EMPRESA, PRODUCTOS Y PROCESO

3.1 Empresa

Tetra Pak se funda bajo la idea de negocio del Sr. Ruben Rausing's, la cual tenía como lema "Un paquete debería ahorrar más de lo que cuesta". Tetra Pak comienza a principios de los años 50 como una de las mayores empresas de envasado de leche líquida. En septiembre de 1952 se desarrolla la primera máquina de llenado.

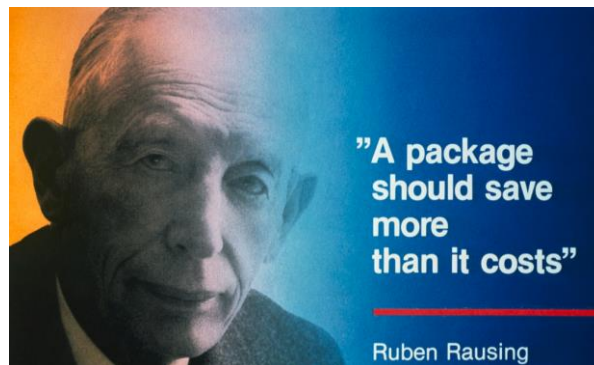


Figura 3. Creador Tetrapak

Desde entonces, Tetra Pak se convierte en una de las empresas líderes a nivel mundial de procesado y envasado de comida. Trabajando cerca de clientes y proveedores, proporcionando seguridad, innovación y satisfaciendo necesidades de cientos de millones de personas en más de 170 países.



Figura 4. Imagen Tetrapak

3.1.1 Organización de la empresa

La organización de Tetra Pak se basa en dos principales negocios: *Packaging Solution*, vender los propios

Tetrabriks al cliente, y *Processing Solutions*, vender maquinaria de envasado. Dentro de Packaging Solutions hay tres unidades de operación: *Producto Mgt & Commercial Operations*, *Development & Service Operations* y *Supply Chain Operations*.

- o Commercial Operations tiene la responsabilidad del marketing y gestión del producto con plena responsabilidad de cuota de mercado, gestión del ciclo de vida del producto y rentabilidad del producto.
- o Development & Service dirige todas las actividades de ingeniería y desarrollo de envases, la estrategia del producto y el proceso de planificación.
- o Supply Chain Operations (SCO) tiene plena responsabilidad con respecto a todo el material de embalaje, material adicional, centrándose tanto en lograr la eficiencia operativa como satisfacer las necesidades del cliente

SCO Additional Material es parte de SCO organization, y a su vez Closures es parte de SCO Additional Material. Tetra Pak posee 4 plantas por todo el mundo de Closures, 3 en Europa y una en América.

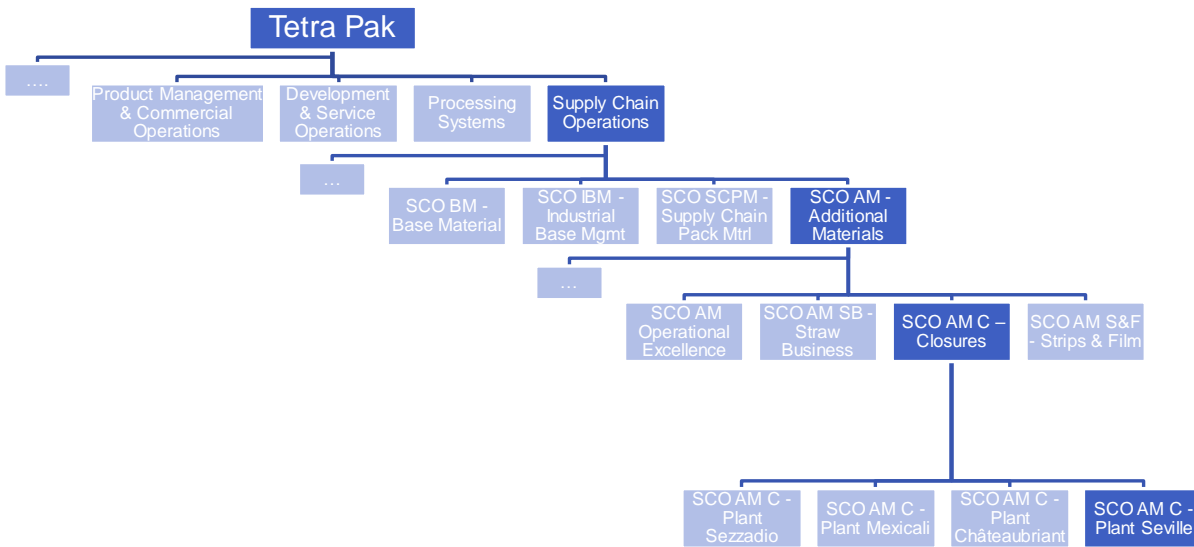


Figura 5. Organización Tetrapak

La empresa tiene plantas de producción prácticamente en todos los rincones del mundo.

Como se puede observar en las figuras, la planta de producción la cual va a ser estudiada en este Trabajo de Fin de Grado, se encuentra dentro de las cuatro del grupo de Closures, que el grupo tiene repartidas por el mundo.

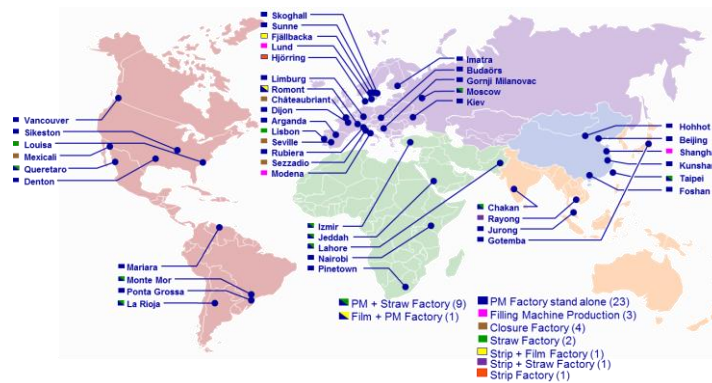


Figura 6. Plantas Tetrapak en el mundo

3.2 Planta de producción

3.2.1 Evolución

La historia de nuestra fábrica comienza en 1987 cuando la planta de Sevilla, por aquel momento IPS, es adquirida por el grupo Embalaplas que posteriormente sería adquirida por el grupo Novembal.

En 1996 cambian de lugar todas las instalaciones, pasando de ubicarse en Sevilla junto a la A-92, a ubicarse junto a esta misma autovía, pero en el municipio de Alcalá de Guadaíra.

En 1999 el grupo Tetra Pak adquiere Novembal, empresa que se dedica al desarrollo y comercialización de apertura y cierres de envases.

En 2004 llegan las 12 primeras líneas de Tetra Pak a la fábrica y todas las instalaciones son remodeladas y actualizadas.

En 2012 ya pasa a integrarse la planta como propia dentro del grupo de SCO AM (Supply Chain Operations Additional Materials) de Tetra Pak y pasa a ser una de las 4 plantas propias que el grupo tiene de tapones.

Durante los años 2014-2015 se amplían todas las instalaciones de la planta actual, consiguiendo el actual layout de la planta con un total de 17 líneas productivas, 12 de nuestro producto HC23 y 5 de nuestro producto HC27.



Figura 7. Evolución planta de Sevilla

3.2.2 Productos

Nuestra planta produce 2 diferentes productos dentro de la familia de tapones de la gama de Tetrapak, este grupo o familia es denominada HeliCap, y los 2 productos son el Helicap 23 y el Helicap 27.



Figura 9. Producto HC23



Figura 8. Producto HC27

Cada tapón a su vez está compuesto por 3 partes bien diferenciadas, y cada una de ellas producidas en prensas diferentes y unidas en una ensambladora, que posteriormente se explicará en la parte del proceso.



El Lid es la parte que el usuario del tapón enrosca y desenrosca con su mano, y que a priori la gran mayoría de los usuarios entendemos a primera vista como el tapón.

El Cutter es un plástico ubicado en el interior del Lid, que posee unos dientes que junto a los dientes internos del Lid hacen que el usuario tenga que aplicar fuerza para poder abrir y cerrar el Lid, y de esta manera el tapón quede cerrado correctamente.

El Frame es la parte que va pegada al propio TetraBrik y el lugar donde el Lid es enrosca y desenrosca.

Figura 10. Componentes del tapón

3.2.3 Lay-Out

La planta actual tiene la siguiente disposición.

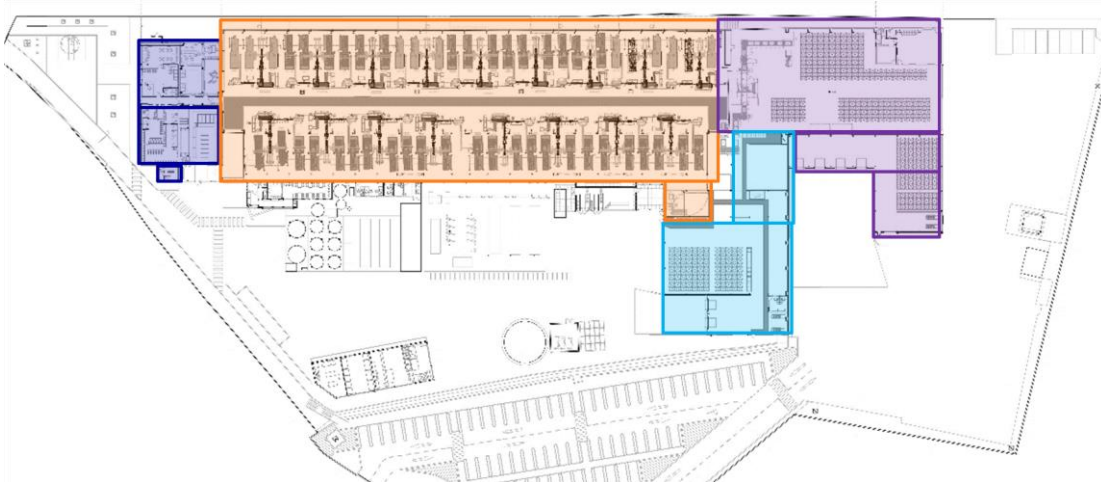


Figura 11. Lay-Out de la planta.

Oficinas & Laboratorio de Calidad	746 m ²
Área de Producción	3815 m ²
Almacén de Materia Prima	827 m ²
Almacén de Producto Final	1538 m ²

Tabla 1. Superficie zonal de la planta

3.2.4 Área Producción

En el área de producción existen un total de 17 líneas de producción, 12 del producto HC 23 y 5 del producto HC 27. El lay-out del área de producción es el siguiente

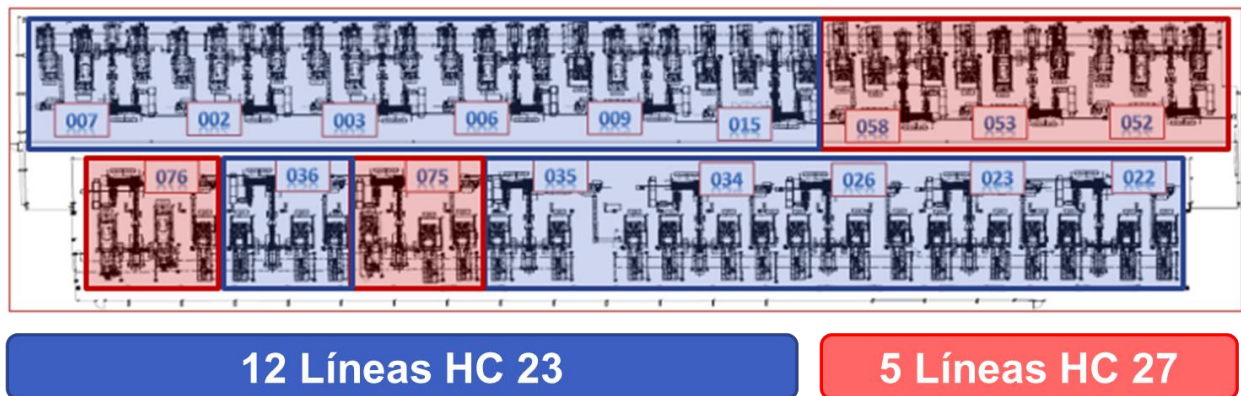


Figura 12. Lay-Out de la zona de producción.

3.2.5 Línea de Producción

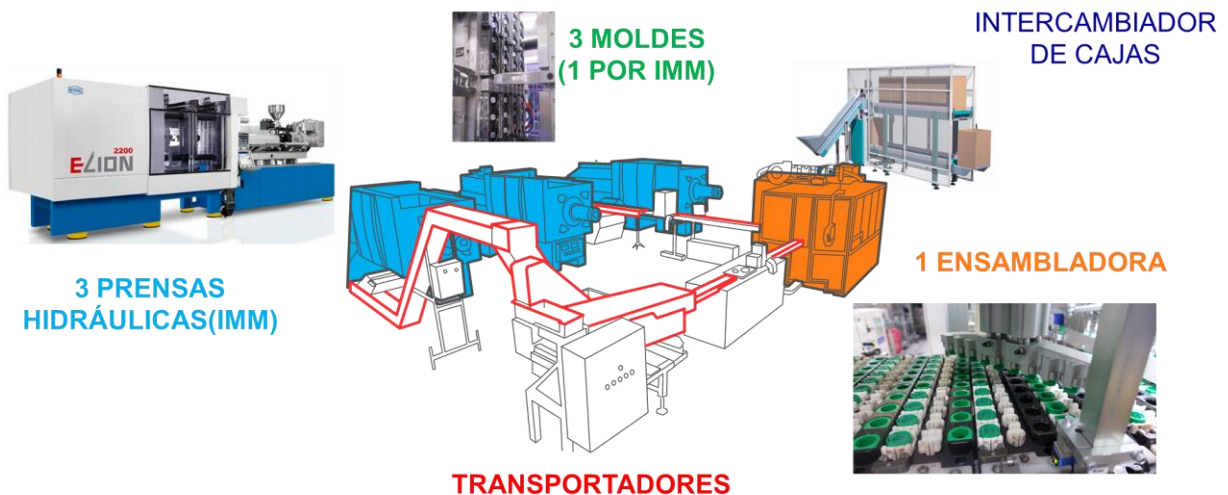


Figura 13. Lay-Out de una línea de producción.

3.2.6 Proceso de producción

El proceso de producción desde que entra la materia prima, hasta que sale de nuestra planta hacia el cliente, es el siguiente:

1. Llegan camiones cargados de materia prima (plástico), la cual es almacenada en los silos.
2. A través de un sistema de tuberías de vacío, la materia prima llega a las prensas hidráulicas que produce cada componente.
3. El material después de ser mezclado con el colorante entra en un tornillo sin fin donde es calentado y homogeneizado antes de entrar en la cámara caliente del molde. Se inyecta el plástico en las 48 cavidades del molde cuando éste se encuentra cerrado. El sistema de refrigeración del molde enfría los componentes, es entonces cuando abre el molde y los expulsa.
4. Los distintos componentes del tapón son desplazados a través de transportadores hacia el sistema de vibración de posicionamiento que los coloca en la posición correcta para ser ensamblados.
5. Antes de llegar a la ensambladora un sistema de equipo de cámara detectará cualquier desviación en la posición y medidas de los componentes, expulsando aquellos que no cumplan los estándares estipulados.
6. En la ensambladora los 3 componentes son ensamblados mecánicamente. Una vez ensamblados pasan por otro equipo de cámaras, para posteriormente ser introducidos en cajas en el intercambiador de cajas.
7. Los operarios son los encargados de apilar en pallets las cajas que van saliendo, para que una vez terminado el mismo, el operario logístico sea el encargado de transportarlo hacia el almacén de producto terminado.
8. Del almacén de producto terminado saldrá directamente hacia el cliente.

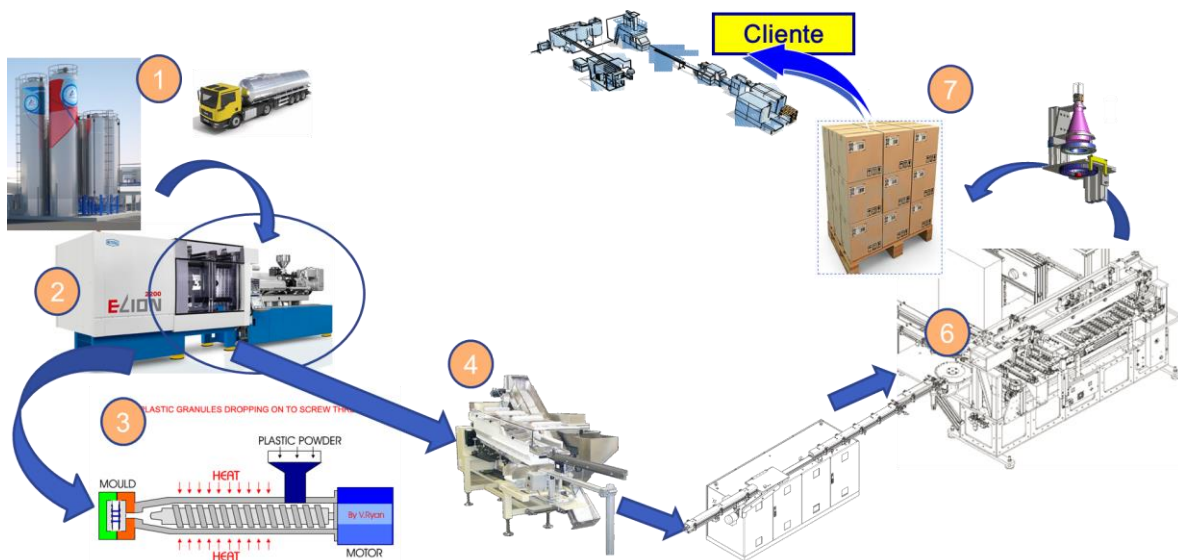


Figura 14. Proceso completo de producción del tapón.

3.2.7 Volúmenes

En la siguiente gráfica se muestra la evolución de las ventas en los últimos años, indicando las cifras en millones de tapones. Se puede observar que se ha aumentado en más de un 40%

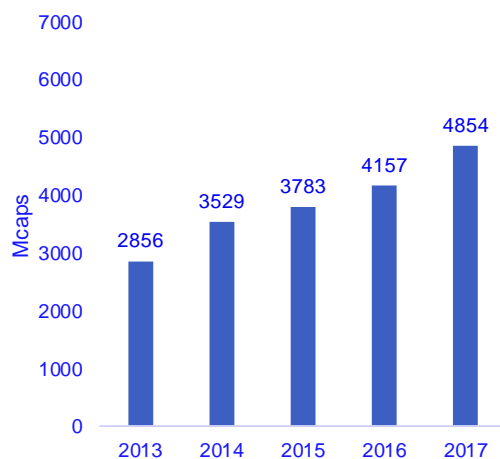


Figure 15. Evolución de volúmenes de producción

3.2.8 Organización del personal de la planta

La planta está organizada en 5 turnos, de tal manera que garanticen la producción las 24 horas del día, los 7 días de la semana, los 365 días del año.

Cada turno de producción está organizado por las siguientes personas:

- 1 Jefe de turno
- 1 Técnico de producción
- 1 Operario de logística
- 1 Operario de control de calidad
- 7 Operarios de producción (variable según capacidad-demanda de producción)

El turno trabaja 8 horas por día con una rotación específica:

- 2 días turno de mañana: de 7 am a 15 pm
- 2 días turno de tarde: de 15 pm a 23 pm
- 2 días turno de noche: de 23 pm a 7 am
- 4 días de descanso

4 WORLD CLASS MANUFACTURING EN NUESTRA PLANTA

La excelencia tiene, puede y debe involucrar a todos y cada uno de los individuos, sectores, funciones y procesos de la organización

A lo largo de este capítulo se reflejarán los principales aspectos de World Class Manufacturing en planta, empezando por un breve repaso sobre los inicios y evolución, pasando a describir la organización de WCM y cómo se realiza el proceso de mejora.

Además, se mostrará cómo se consigue tener un seguimiento y ser capaces de mantener los resultados obtenidos, mediante distintos tableros visuales, un sistema de gestión diario y un sistema de auditorías del grupo de Closures.

Por último, se hablará de la importancia de los equipos y la involucración de todo el personal de la planta y de la comunicación con otras plantas de tapones, gracias a la cual la planta es capaz de estar alineada en definición de indicadores y pérdidas, además de compartir cualquier mejora que sea aplicable a otras plantas.

4.1 Historia y evolución

Es en 2012 cuando formalmente se empieza a trabajar con WCM, lanzándose distintas formaciones y actividades en la línea piloto, línea en la que se implantan mejoras, para posteriormente reapplicar en las distintas líneas. Además, en este año se implementaron iniciativas para mejorar la recopilación de datos, realizar despliegues de averías, paradas cortas y rechazos.

Es a finales de este año, donde gracias a todas las formaciones recibidas y puesta en marcha de distintas actividades, se oficializa el primero de los pilares bajo los que el WCM se sustenta, pilar de Mejora continua. Seguidamente le sigue los pasos el pilar de Mantenimiento Autónomo.

A principios de 2014 los demás pilares principales fueron lanzados: los de mantenimiento de la calidad (QM), mantenimiento planificado (PM), y Seguridad&Salud.

Por último, se ponen en marcha los pilares de Education&Training, Costes, Early management, Environment, Supply Chain y Office.

Por lo tanto, son 11 pilares en total, que en 2016 algunos de ellos son fusionados para quedar un total de 8. Se fusionan los pilares de:

- Costes y mejora continua, pasando a denominarse FI-Cost
- Safety&Health con medioambiente y pasa a denominarse SHE,
- Supply chain con Office, pasando a denominarse SCOff

A continuación, se muestra una imagen que representa la evolución y el momento de entrada de los distintos pilares que permiten desarrollar un correcto y apropiado funcionamiento del WCM

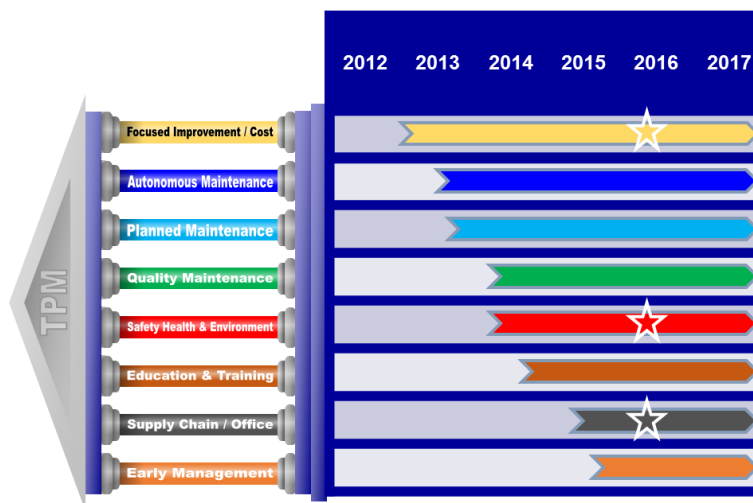


Figura 16. Origen de los pilares en la planta

4.2 Comité directivo de WCM

El comité directivo es el propietario y encargado del programa World Class Manufacturing en toda la planta y ofrece apoyo a la implementación de la mejora continua eliminando todas las barreras que puedan aparecer durante el largo camino.

El comité directivo se compone de todos los líderes de los distintos pilares y jefes de departamentos, en la mayoría de los casos la misma persona, recibiendo apoyo de personal externo a nuestra planta que vienen cuatro veces al año a auditar nuestro progreso. Esto será explicado más adelante.

La misión del comité consiste en dirigir el proceso de mejora continua estableciendo actividades y asegurándose que se disponen de los recursos necesarios para la erradicación o disminución de las pérdidas a atacar, apoyando de esta forma a la estrategia de la planta y garantizando el logro de los objetivos marcados.

4.3 Indicadores WCM

Bajo la finalidad de cubrir las distintas prioridades de la estrategia y mejorar nuestro rendimiento se crean una serie de indicadores, divididos en tres grupos KMIs, KPIs, KAIs

- KMIs (Key Management Indicators). Indicadores claves de la gestión, son definidos por el grupo de Additional Material.
- KPIs (Key Performance Indicators). Indicadores claves de rendimiento, son definidos por el grupo de Closures.
- KAIs (Key Activity Indicators). Indicadores claves de actividad, son definidos para cada pilar.

A continuación, se muestra una imagen que indica el pilar propietario de cada uno de los KMI y KPI, y el impacto de los mismos en cada uno de los pilares.

Priorities linked SCO	KMI	KPI	Name	UoM	FKCOST WCM	FM WCM	FM WCM	GM WCM	EM WCM	EAT WCM	ST-OFF WCM	SIE WCM
Cost	KMI		TEE	%								
		KPI	OEE	%								
		KPI	EE	%								
Quality	KMI		TC = Transformation Cost	€/000 unit								
		KPI	Total Waste	%								
		KPI	Defect Waste	%								
Service	KMI		Claims frequency	claims/bill on caps								
		KPI	Technical Issues	#								
	KMI		Perfect Delivery III	%								
Innovation	KMI		Instant vertical start up of the projects	%								
Safety	KMI		TRAR	#								
	KMI		Energy efficiency	GJ/ktons produced								
Engagement	KMI		WCM savings	€								

	Owner
	Direct Impact
	Indirect Impact

Figure 17. Indicadores generales de la planta

4.4 Proceso de mejora WCM

Todas las actividades que se llevan a cabo en la planta están vinculadas a la estrategia de la fábrica a través de KMIs, KPIs, KAIs específicos. Cada pilar tiene sus propios KAIs y KPIs que contribuyen a los indicadores globales de la fábrica.

El proceso de mejora WCM en la planta se basa en el bucle infinito dividido en cuatro partes principales: Buscar, Mejorar, Formar y Mantener.

Buscar

- Los jefes de los distintos pilares se reúnen a comienzos del año para definir y desarrollar la estrategia de la fábrica, en base a la estrategia de Additional Material.
- Cada pilar despliega sus indicadores e identifica sus principales pérdidas a través de distintos despliegues de pérdidas.
- Basado en los despliegues anteriormente comentados, cada pilar propone en la reunión de jefe de pilares distintos tipos de actividades como pueden ser PDCA, Single event analysis, equipos de mejora y un largo etcétera.
- En la reunión presidida por los jefes de pilares se decide, en base a la priorización de pérdidas, que equipos serán lanzados.
- Una vez lanzado, la información del equipo se incluye en el master plan de equipos y en el plan anual de auditorías para llevar un seguimiento del mismo.

Mejorar

- Los equipos comienzan a trabajar en sus pérdidas encontradas usando una metodología apropiada para cada caso.
- Una vez se implementan distintas acciones de mejora, se definen unos trigger points para su posterior seguimiento en las reuniones diarias de gestión (DMS).

Train

- Todas las mejoras son estandarizadas en nuestro sistema.
- Las personas afectadas por cambios tras las mejoras implantadas son formadas en los nuevos procedimientos

Mantener

- Durante un año el pilar responsable tendrá un seguimiento sobre los trigger points definidos hasta la finalización del mismo.
- En caso de que sea posible, se expandirán las mejoras a otras líneas.
- El pilar actualiza resultados y despliegues de pérdidas para comenzar con el ciclo de nuevo.

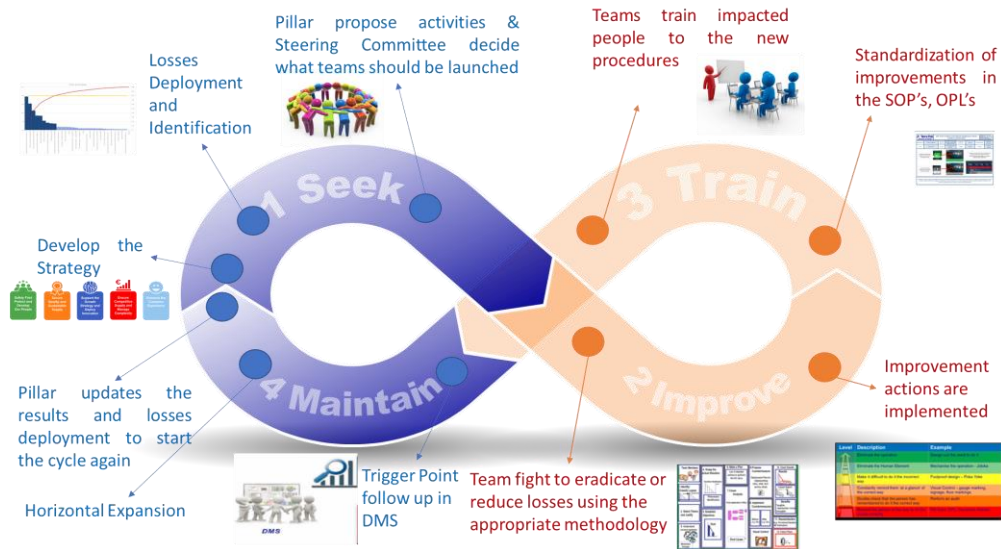


Figura 18. Base de la mejora continua. Bucle infinito

4.5 5s en la planta

Como se comentó en los primeros apartados de este TFG, las 5s es una de las bases del WCM y resulta clave para mejorar e ir avanzando. De un modo u otro, todos los pilares en nuestra planta han llevado a cabo algún equipo de 5s en el que siguiendo las 5 etapas han conseguido, en sus áreas de trabajo correspondientes, un lugar más seguro, una reducción de tiempos de búsqueda de materiales, una mejora visual, una reducción de costos, mayor espacio de trabajo y un largo etcétera.

Desde el comienzo de WCM en la planta se han llevado a cabo gran cantidad de proyectos de mejora 5s, quedando estandarizadas las líneas productivas, área de producción, oficinas, talleres, etc.

En las siguientes imágenes, podemos observar en primer lugar, la estandarización del lugar de trabajo de una línea productiva, indicando donde debe ubicarse cada elemento. En segundo lugar, se muestra una imagen de la estandarización de un punto de esa línea, en la que se indica cómo debe encontrarse dicho elemento.

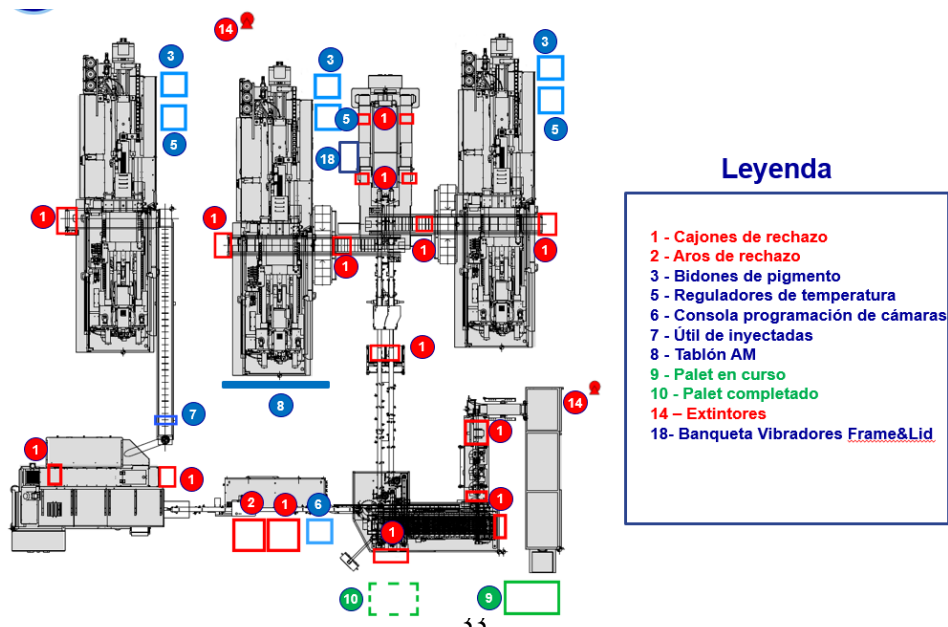


Figura 19. 5s en la línea productiva



ESTÁNDAR DE ORDEN Y LIMPIEZA



N° 5S-06	Área / Línea: HC 23/023	Autor	Revisión	Frecuencia	Estado de la máquina
Fecha 06/07/2016	Equipo: Prensa		A	1xTurno	<input checked="" type="checkbox"/> Marcha <input type="checkbox"/> Parada <input type="checkbox"/> Descargada

Descripción del Estándar

 Verificar que la consola de programación de las cámaras esté situada en su posición correcta (área azul señalizada)



Beneficios cumplimiento estándar

- Orden de la zona
- Evitar golpes
- Evitar caídas al mismo nivel

Observaciones

Nivel de seguridad

B

Figura 20. Estándar de orden y limpieza específico

4.6 Seguimiento de los resultados

4.6.1 Tablones

Bajo la finalidad de tener un fácil acceso a los distintos resultados de las actividades de los pilares, existen una gran cantidad de tableros informativos ubicados por distintas zonas de la planta.

Estos tableros son actualizados, y permiten disponer de un lugar físico que informe a cualquier persona, ya que son intuitivos y de fácil comprensión.



Figura 21. Tablones en la planta

4.6.2 Sistema de gestión diaria. DMS

Del término en inglés Daily Management System, traducido al español sistema de gestión diaria, son creadas las reuniones matinales que consisten en repasar ciertos aspectos y actualizar la información con los resultados del día o turno anterior.

Existen tres tipos de DMS en la planta:

- DMS de turno de producción: Consiste en el intercambio de información acerca de lo ocurrido durante su turno de trabajo por el operario en la línea de producción. De esta forma el operario que sale comenta en sus últimos cinco minutos del turno las cosas más destacables tales como paradas cortas, averías, etcétera.

DMS LINEAS DE PRODUCCION		
(Lugar: Tablero AM Línea)	(Hora: Tendrá lugar 10 minutos antes de comenzar el nuevo turno)	
Actividades a tratar en los relevos de turno entre operarios	ASISTENTES	
	Operario Saliente	Operario Entrante
Actualizar en el tablón todos los accidentes, incidentes, actos o condiciones inseguras reportados en las últimas 8 horas. Actualizar el plan de acción. Informar al operario entrante acerca de las incidencias ocurridas en las últimas 8h.	X	
Actualizar en el tablón las Reclamaciones externas o internas, Issues e incidencias de calidad. Actualizar el plan de acción. Informar al operario entrante acerca de las incidencias ocurridas en las últimas 8h.	X	
Reportar en tablón el indicador de tarjetas AM. Actualizar el plan de acción de tarjetas AM. Informar al operario entrante acerca de las tarjetas AM ocurridas en las últimas 8h.	X	
Reportar en el tablón todas las actividades de mantenimiento autónomo realizadas durante el turno (planes CIL). Reporte de anomalías.	X	
Reporte del indicador de % Eficiencia línea (Turno de mañana). En caso de desviación comunicar a Jefe de Turno.	X	
Reporte del indicador de Averías. Informar al operario entrante acerca de las averías ocurridas en las últimas 8h.	X	
Reporte del indicador de microparadas MTBF (Turno de mañana). Informar acerca de las anomalías existentes. En caso de desviación comunicar a Jefe de Turno	X	

Figura 22. DMS de operarios de producción

- DMS de departamento: A primera hora de la mañana cada departamento analiza las pérdidas más destacables del día anterior, para lanzar un plan de acción que minimice o erradique esas pérdidas. Son los departamentos de mantenimiento, producción, calidad y logística los que han incluido esta reunión diaria.

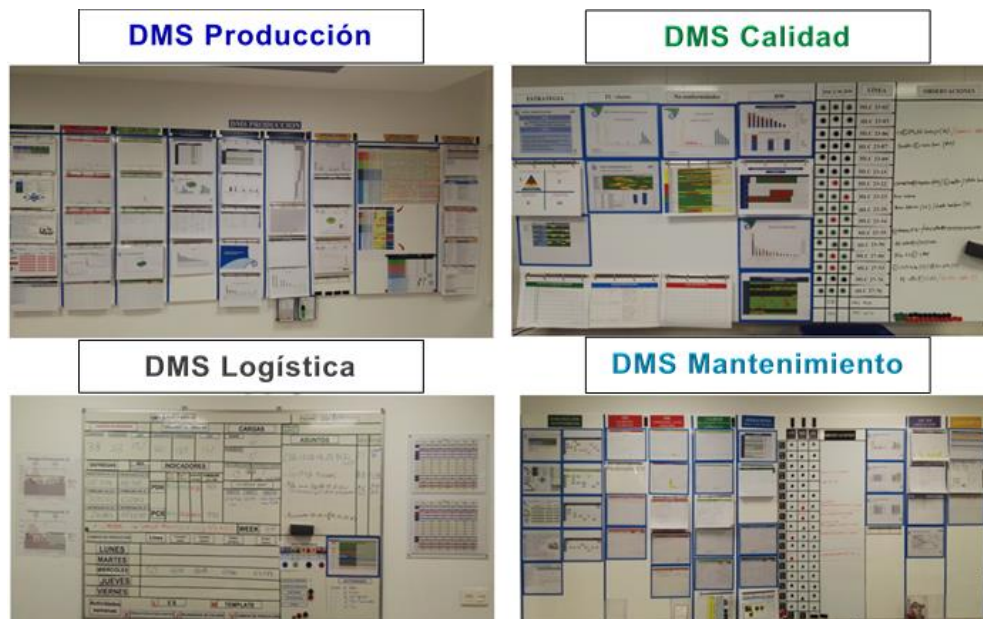


Figura 23. Tableros de DMS de departamentos

- DMS de planta: Gestionado por el pilar de FI-Cost, llevándose a cabo posteriormente a los DMS de departamento, asisten mínimo un miembro de cada pilar y tiene el siguiente modus operandi.

1	Seguridad. Evolución accidentes&incidentes, análisis seguridad, tarjetas de seguridad
2	Calidad. Evolución de quejas y reclamaciones de clientes, análisis de calidad
3	AM. Seguimiento de tarjetas AM, colaboración con pilar de mantenimiento
4	Repaso actividades pendientes
5	Seguimiento de las pérdidas: Pérdidas operaciones y rechazo

DMS				Fecha	Lineas	EE	PW	DW	BD	SS	OL	PQ	Plan de Acción
SEGURIDAD	TOTAL DE TARJETAS LANZADAS				4	HLC 23 002							
	TOTAL DE TARJETAS CERRADAS				3	HLC 23 003							
	GAP				4	HLC 23 006							
					4	HLC 23 007							
					4	HLC 23 009							
CALIDAD	Nº de Quejas de Cliente				3	HLC 23 015F							
	Nº de INC's				4	HLC 23 022							
	Nº de Dias sin Quejas de Cliente				4	HLC 23 023							
					4	HLC 23 026							
					3	HLC 23 034							
AM	TOTAL DE TARJETAS LANZADAS				4	HLC 23 035							
	TOTAL DE TARJETAS CERRADAS				3	HLC 23 036							
	GAP				3	HLC 23 052F							
					4	HLC 23 053F							
					3	HLC 23 058F							
WASTE	EE				3	HLC 23 075							
	DE FIBONACCINO				3	HLC 23 076							
	TOTAL WASTE				4								

Figura 24. Tablón DMS de planta

4.7 Sistema de auditorías

4.7.1 Auditorías por personal externo de la planta

El equipo de operaciones de Closures es el encargado de velar por el progreso y desarrollo de la planta en los distintos pilares de WCM, además de comprobar y verificar el correcto lanzamiento y realización de los equipos de mejora.

Para llevar a cabo este seguimiento, la planta es auditada por el equipo de Closures cuatro veces al año, cuatrimestralmente.

Durante estas auditorías se expone todos los progresos y acciones llevadas a cabo desde la anterior auditoría, al final de la misma cada pilar recibe un score que es comparado con el objetivo marcado, además de la nota, se recibe ciertos puntos a mantener y en qué puntos se ha de mejorar.

Previo a estas auditorías, cada pilar realizará una autoevaluación y dejará reflejado en un archivo que posteriormente se entrega a los auditores, aquellos aspectos que consideran que han sufrido mejora y que por lo tanto pueden ser los causantes de una subida en la nota global del pilar. Este archivo, está separado por distintas partes, en las que se puede obtener distinta nota según el desarrollo y progreso de la misma.



► MAINTAIN



► IMPROVE



- EE trend with results – (even if not yet on target) are encouraging and sustained by improvement teams activities
- Waste data collection is improving. Control of process (and defect waste) losses are ensuring knowledge of priorities
- FI master plan coherent with AM evolution of the factory (focus on steps 1-3)
- 12 Steps Kaizen teams in the factory, have space for improvements in use of methodology, board, tools. FI Pillar is the owner of the method, ensure proper training.
- Lack of market demand vs no order loss needs clarification in loss data collection (impact on OEE, not on TEE or EE)
- Ensure full contribution matrix control for all improvement teams (create master plan once a year – see picture of Rubiera)
- Input regarding line saturation for AM and PM activities

Figura 25. Feedback de los auditores

FI-COST assessment sheet		PROGRESSION			RESULTS					
		PILLAR OVERALL PROGRESS	TEAMS, PROJECTS, ACTIVITIES EVOLUTION	Cost - (results excluding depreciation) at comparable rates	EE bottleneck	EE Non bottleneck	Energy efficiency	Process waste	Loss Management TEE, PW and Energy	
E	TPM Consistency	68%	3	3.5	3	3	3	4	3	4
F	TPM Special Award	80%	3.5	4	3.5	3.5	3.5	4	4	3
G	Measurement	100%	5	4	5	4	4	4	4	5
1st Assessment					0.34736421					
FI-COST Pillar	Team target	81.5%	0	0	0	0	0	0	0	0
Pillar leader	gap	-2%	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
Auditor	Last update	01/2020	3.0	3.0	2	3.0	3.0	3.50	£0	2.5
Pillar level	D	89.2%	Good Pillar progress with energy activities and deployment.	Teams are in place with full contribution matrix in order to sustain year end results.	Total % have more than last year and more than TQ. TC better than last year but worse than target.	EE on target but not yet improving so last year.	EE on target but not yet improving so last year.		process waste: destination due to set up/price increase (more colour change)	energy data collection without deployment
2nd assessment Q2										
FI-COST Pillar	Team target	83.8%	0	0	0	0	0	0	0	0
Pillar leader	gap	-1%	0	0	0.5	0.5	0	0.5	-10	-0.5
Auditor	Last update	02/2020	3.0	3.0	2.5	3.5	3.0	3.50	£50	2.5
Pillar level	D	81.7%	Good progress from Pillar perspective - excellent control of energy deployment. Results sustaining evolution.	SHED team should be reviewed accordingly to SHED hours, not to team steps.	TV and TC reporting TC better than LY and target. TV closer to target in TQ values. Better than target in Q2 values.	bottleneck in HCST EE has 27 and lines better than target and with very good improvement during Q2. EE in non-bottleneck lines clearly.	coherently with self assessment	coherently with self assessment	Pillar better than target in Q2 recovering the value of former year.	Excellent data collection involving also analysis on the part of energy deployment.

Figura 26. Autoevaluación pilar FI&Costs

4.7.2 Auditorías internas de la planta

Una vez al mes, uno de los responsables del pilar de AM junto a la coordinadora de WCM, acuden in situ a las líneas productivas, para auditarlas y comprobar el estado de la misma, verificando que se cumplen todos los puntos obligatorios referentes al paso bajo el que se encuentra la línea, según la ruta del pilar de AM.

Además, estas auditorías sirven para detectar si una línea está disponible para pasar al siguiente paso de la ruta, ya que cumple con las expectativas del paso siguiente al que se encuentra.

Dentro de estos puntos a verificar, se encuentran algunos como: fuentes de suciedad erradicadas, cumplimiento de las 5s en la línea, tiempo de limpieza, tiempo de lubricación...

Todos estos puntos no son tratados en este TFG, ya que corresponden a la ruta del pilar de AM.

A continuación, se muestra una imagen con el estado actual y evolución de los pasos en las distintas líneas de la planta.

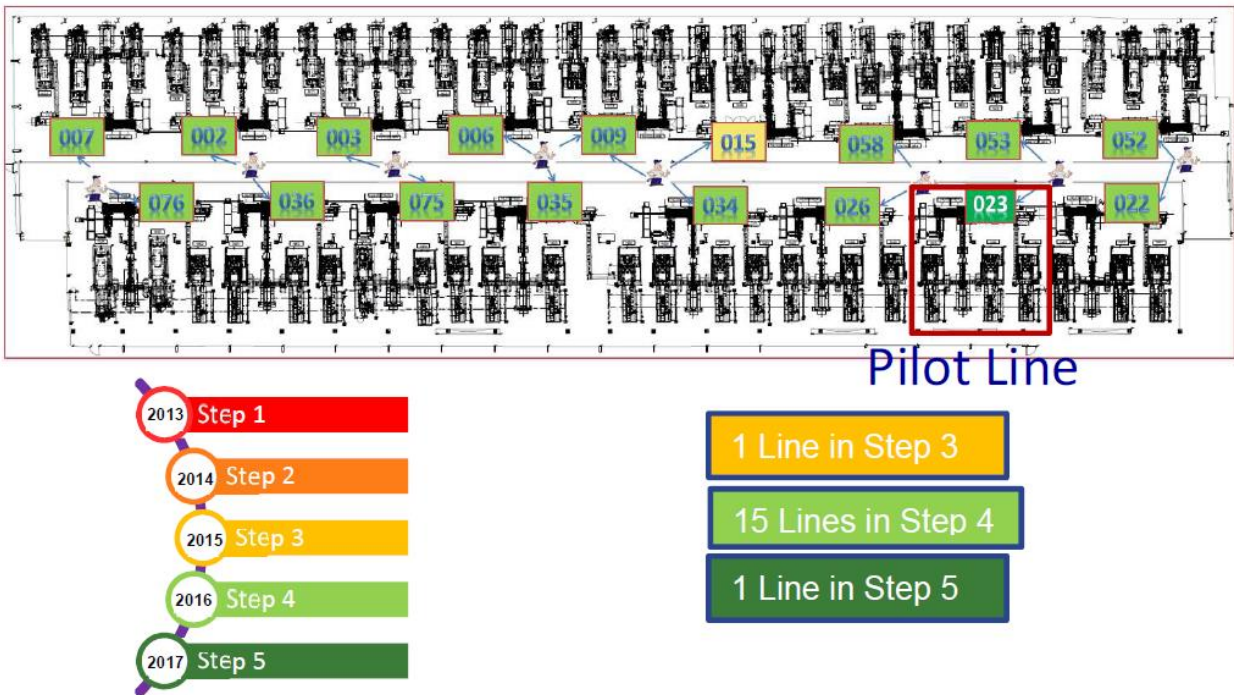


Figura 27. Pasos de la ruta AM por línea.

4.8 Participación e involucración.

Para poder avanzar en las distintas rutas marcadas por los pilares y conseguir un progreso adecuado hacia la excelencia en la planta, resulta fundamental la participación e involucración de todo el personal, para ello ya sea siendo miembro de un pilar, participando en equipos de mejora o actividades de WCM, el comité es encargado de asegurar que todos sus empleados participan de una forma u otra.

Además, como se ha comentado anteriormente, todos los operarios de planta están formados y son responsables de realizar las actividades del CIL (limpieza, inspección y lubricación), por otro lado, desde que las líneas se encuentran en el paso 4, los operarios comienzan a realizar junto a personal del pilar de mantenimiento, análisis de averías.

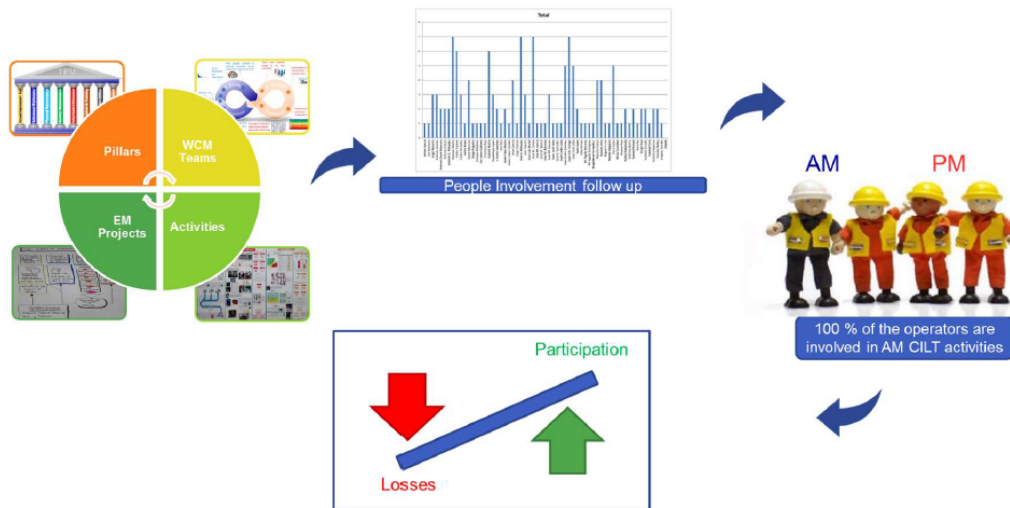


Figura 28. Participación e involucración de todo el personal.

4.9 Benchmarking

Como se comentó al principio de este TFG, existen otras empresas dentro del grupo que al igual que nosotros su producción es únicamente de tapones, y que por lo tanto los equipos y su distribución son completamente iguales, además de trabajar bajo la misma metodología que nuestra planta, WCM.

Estando en constante contacto con estas plantas, se llevan a cabo diversas prácticas de compartir toda información de mejoras realizadas, estándares creados.

Podemos diferenciar los tipos de benchmarking en:

- Fórum de pilares: Cuatrimestralmente, los responsables de cada pilar tienen una reunión telemática con los responsables de su pilar de otras plantas.
- Mejora implantada: Tras una exitosa mejora implantada, los resultados son compartidos con otras plantas mediante el pilar de EM.
- Talleres de líderes: Reuniones en las que los responsables de planta y de los pilares a los que afecte dicho taller, se reúnen para discutir y llegar a acuerdos comunes en términos como definición de pérdidas, indicadores, procedimientos...

Scope		Results
B E F O R E	 <p>The motor drum is located inside the line of the conveyor belt causing that in case of oil leakage it falls on the conveyor belt staining the caps.</p>	 <p>0 Defects due to grease contamination of conveyor belt motor oil leakage</p>
	A F T E R	
Local Improvements & Benchmarking		

Figura 29. Benchmarking

5 PILAR DE FOCUS IMPROVEMENT&COSTS

Las empresas excelentes no solo creen en la excelencia, también en la mejora continua y el cambio constante.

Tom Peters

Este apartado del TFG se centra en mostrar la organización de uno de los pilares del modelo WCM adoptado por Tetrapak Closures Spain, mejora continuada y costes, acciones llevadas a cabo y resultados conseguidos desde la puesta en marcha del mismo.

Gracias a mi experiencia dentro de este pilar he podido realizar este apartado e intentar reflejarlo de una manera clara y concisa, ya que son muchas las acciones dirigidas y gestionadas por el propio pilar.

5.1 Responsabilidades del pilar

Fue el primero de los pilares del WCM en formalizarse como tal, y, por lo tanto, aunar a un grupo de personas cuyas principales responsabilidades dentro del propio pilar son:

- Gestión y seguimiento de las pérdidas de la planta.
- Detección de desvíos fuera de objetivos marcados.
- Lanzamiento de equipos/actividades de mejora.
- Traducción de pérdidas en costes.

5.2 Misión y Visión del pilar

El propio pilar cuenta con una misión y visión estrechamente relacionada con la estrategia marcada por el grupo de Supply Chain

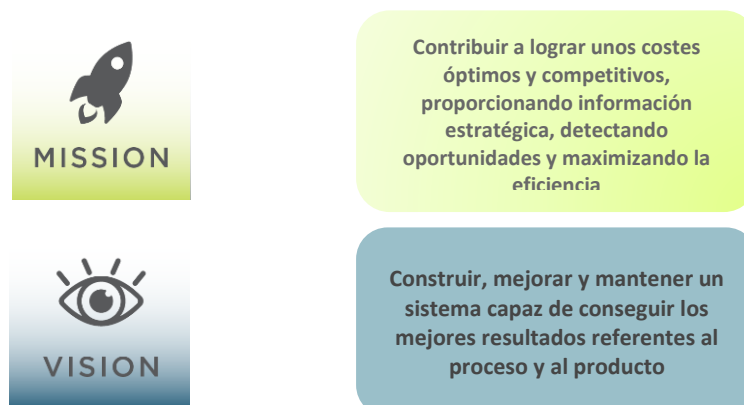


Figura 30. Misión y Visión del pilar FI&Costs

5.3 KPIs

5.3.1 Contribución a indicadores de la planta

Mediante las responsabilidades, las acciones y actividades desempeñadas por el pilar contribuimos a los indicadores de la planta.

En la siguiente imagen se muestra los indicadores de la planta, quedando señalados aquellos que son gestionados directamente por el pilar de FI-Costs.

Cost	TEE
Cost	CTC = Converting Transformation Cost (AOV+CFC+TW)
Quality	Total Waste
Quality	Claims frequency
Service	IRP AVG
Service	Perfect Delivery III
Innovation	Instant vertical start up of the projects
Safety	TRAR
Safety	Energy efficiency
Engagement	Employee Engagement level
Engagement	WCM savings
Engagement	Assessment score

Figura 31. Indicadores de la planta responsabilidad de FI&Costs

5.3.2 KPIs del pilar

A continuación, se muestra una tabla con todos los indicadores que el Pilar gestiona y de los cuales es responsable directo.

Focused Improvement - Cost			
Indicator			
Strategy	KMI	KPI	UoM
Cost	TEE	TEE Plant	%
		TEE HeliCap 23	%
		TEE HeliCap 27	%
		OEE Plant	%
		OEE Helicap 23	%
		OEE Helicap 27	%
		EE Plant	%
		EE Helicap 23	%
		EE Helicap 27	%
Cost	CTC	CTC = Converting Transformation Cost	€/000 unit
		Productivity	Comp/head
		AOV = Added Operational Value	€/000 unit
Quality	Total Waste	Total Waste Plant	%
		Total Waste HC23	%
		Total Waste HC27	%
		Process Waste Plant	%
		Process Waste HC23 [%]	%
		Process Waste HC27	%
Safety	Energy Efficiency	Energy efficiency	GJ/ktons
		Total energy consumption	kWh
		WCM savings	WCM Savings
Engagement	Assess Score	Pillar skill gaps closed vs ideal - FICost	%

Figura 32. Indicadores del pilar FI&Costs

Quedando divididos en 6 grupos:

- Indicadores de los tres tipos de eficiencia (TEE, OEE, EE), cuya forma de cálculo será explicada en apartados posteriores, haciendo referencia al total de la planta y para cada producto.
- Indicadores referentes a costes y productividad
- Indicadores del rechazo generado, tanto el total, como el rechazo por proceso, una de las primeras divisiones de las que se compone el total, que será explicado en apartados posteriores.
- Indicadores referentes a la energía y su consumo.
- Indicador referente a los ahorros conseguidos con el uso de la metodología WCM.
- Indicador referente a la evolución del pilar dentro del sistema de auditorías de WCM.

5.4 Hoja de ruta

Para ir siguiendo un orden en todo lo realizado a lo largo de los años e ir evolucionando y reforzando lo conseguido, se crea una ruta de ruta dividida en seis distintos pasos.

Cada uno de los pasos nos indicará los hitos a conseguir. Dentro de cada periodo existe un tiempo de trabajo y puesta en marcha de distintas actividades realizadas, que una vez hechas se da por completado (en verde en la siguiente imagen). Posteriormente, una vez implantadas entran dentro de nuestro trabajo diario (azul en la siguiente imagen).

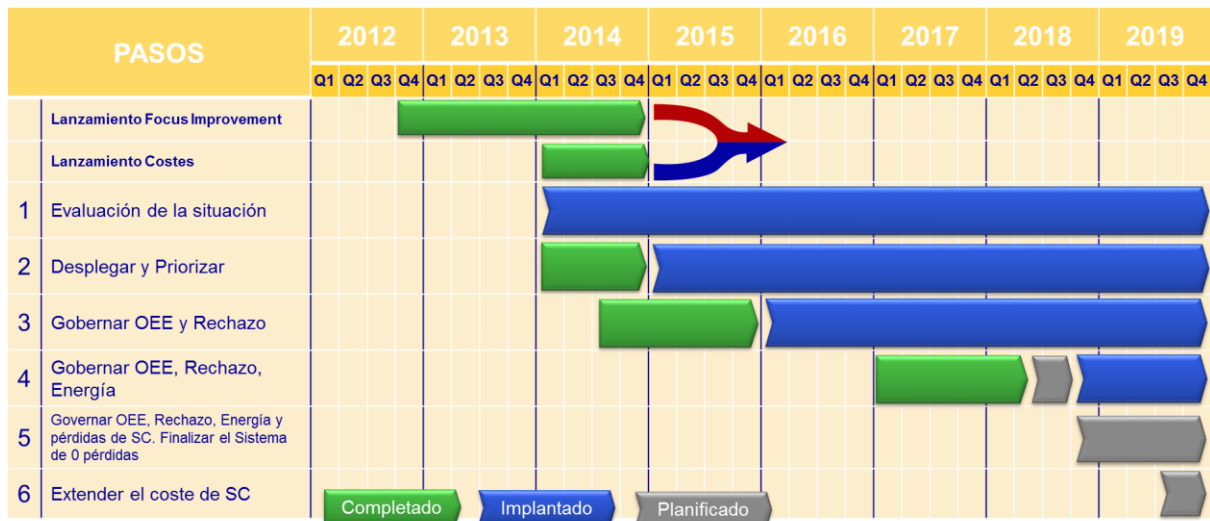


Figura 33. Hoja de ruta del pilar *FI&Costs*

5.4.1 Paso 1. Evaluación de la situación

5.4.1.1 Definición y cálculo de indicadores de eficiencia TEE/OEE/EE

Para medir la eficiencia de la planta se crean 3 indicadores que haremos uso de uno u otro según queramos tener en cuenta un tipo de pérdida u otra.

Por lo tanto, previo a la definición de los indicadores es conocer los tres grupos de pérdidas que puede producirse en una línea productiva

El primero de los grupos es el representado por las pérdidas estratégicas, y bien pueden venir impuestas por el grupo de Closures o por la dirección de la planta. Este grupo está compuesto por los siguientes tipos de paradas:

- Restricciones legales/Días religiosos: Es una parada que únicamente tiene lugar por la parada en navidad, ya que los demás días del año se producen tapones las 24 horas del día, a pesar de ser días festivos.
- Falta de demanda: La dirección de la planta decide parar línea/s en caso que la demanda del mercado sea inferior a la capacidad de producción del conjunto de la planta.

El segundo grupo lo componen las pérdidas por paradas planificadas y está compuesto por:

- Falta de órdenes: En un principio se había planificado un volumen de producción que posteriormente no coincide y se encuentra por debajo. La línea se encuentra parada por falta de órdenes y el operario contratado será asignado a otras tareas.
- Descanso para comer: No suelen ocurrir ya que unos operarios se suplen a otros a la hora de realizar sus descansos, en caso de no poder trabajar de este modo, se parará la línea y se imputará con este tipo de parada.
- Mantenimiento planificado: Es la parada más imputada dentro de este grupo, se lleva a cabo para realizar actividades mantenimiento en la línea, y bien pueden ser realizadas por personal del departamento de mantenimiento o por los propios operarios en sus tareas de inspección y lubricación. Estas paradas serán vistas a fondo en uno de los apartados principales de este TFG.
- Educación: Paradas llevadas a cabo para formar a los empleados en distintos aspectos, no suelen darse ya que cuando se imparten formaciones el personal se encuentra en sus días de descanso.
- Fuerza mayor: Paradas que quedan fuera del control de la planta, como pueden ser falta de energía por fallo del proveedor, huelga general, fenómenos naturales, incendios.
- Proyectos planificados: Si una línea es parada para realizar cualquier tipo de proyecto de mejora en la misma, será imputada con esta tipología.

Por último, el grupo de pérdidas operacionales se compone de:

- Averías/repares: Cada vez que una línea es parada para proceder a la reparación de una avería o simplemente dejarla parada ya que no puede seguir funcionando y no hay nadie que pueda solventar el problema, la parada será imputada como avería/reparación.
- Set-up: En numerosas ocasiones en las líneas se cambia de material o de color del tapón, cada vez que esto sucede la línea permanecerá parada para proceder a realizar distintas acciones de puesta a punto. Este grupo se estudiará más a fondo en uno de los apartados principales de este TFG.
- Logística Interna: En caso de que existan problemas causados por mala gestión por el personal de la planta y la línea deba ser parada, esta pérdida será imputada como logística interna. Algunos ejemplos pueden ser falta de energía por nuestra culpa, falta de materia prima, falta de personal para trabajar en la línea, falta de personal por culpa de accidente/incidente.
- Paradas cortas: Es frecuente, que debido al gran número de tapones que se producen y ensamblan diariamente, existan distintas paradas que son resueltas en un breve periodo de tiempo y que no pueden considerarse como averías. Algunos ejemplos pueden ser, atascos en ensambladora o pequeños ajustes específicos del proceso.
- Pérdidas de gestión: La línea puede ser parada por la dirección o departamentos como el de calidad, en caso de que lo estimen oportuno, como por ejemplo debido a un alto rechazo que se está ocasionando.

- Pérdidas por rendimiento: En caso de que la línea se encuentre trabajando a un ciclo superior al nominal impuesto por la dirección, se están incurriendo en pérdidas, que se encuentran dentro de pérdidas por rendimiento.
- Pérdidas por calidad: El hecho de generar rechazo es una pérdida, ya que se ha empleado tiempo en producir taponés que no pasarán a ser vendidos.

Una vez conocido todos los tipos de pérdidas que tienen lugar en una línea, además de cómo quedan agrupadas en los tres distintos grupos, somos capaces de seguir distintos indicadores que midan la eficiencia de la planta.

- TEE (Total Equipment Efficiency): Mide la eficiencia total, teniendo en cuenta los tres distintos grupos de pérdidas, estratégicas, planificadas y operacionales. Por lo tanto, siempre será el más bajo de los tres indicadores de eficiencia.
- OEE (Overall Equipment Efficiency): Cuantifica como de bien se está trabajando para el tiempo de manejo, teniendo en cuenta paradas planificadas y operacionales. Siempre será mayor o igual que el TEE.
- EE (Equipment Efficiency): Mide como de eficaz es una línea o planta, dependiendo de lo que queramos medir, teniendo en cuenta únicamente las paradas operacionales. Siempre será el mayor de los indicadores de eficiencia.

Además, para poder calcular los indicadores de eficiencia, se definen los siguientes términos:

- Tiempo máximo: Hace referencia al tiempo total, sin tener en cuenta ninguna pérdida. Su cálculo es simple, y se obtiene del periodo que queramos calcular. Por ejemplo, si quisiéramos medir del total de la planta durante un año, vendrá determinado por multiplicar el número de las líneas, por los 365 días del año, por las 24 horas que tiene un día.
- Tiempo de manejo: Se calcula restando al tiempo anteriormente definido, tiempo máximo, las pérdidas estratégicas.
- Tiempo de uso: Se calcula restando al tiempo anteriormente definido, tiempo de manejo, las pérdidas planificadas, o lo que es lo mismo, restando al tiempo máximo las pérdidas estratégicas y planificadas.
- Tiempo efectivo: Se calcula restando al tiempo anteriormente definido, tiempo de uso, las pérdidas operacionales, o lo que es lo mismo al tiempo máximo todas las pérdidas.

A continuación, se muestra una imagen que muestra la relación entre las pérdidas y los tiempos definidos, además de mostrar cómo se calculan los tres indicadores de eficiencia.

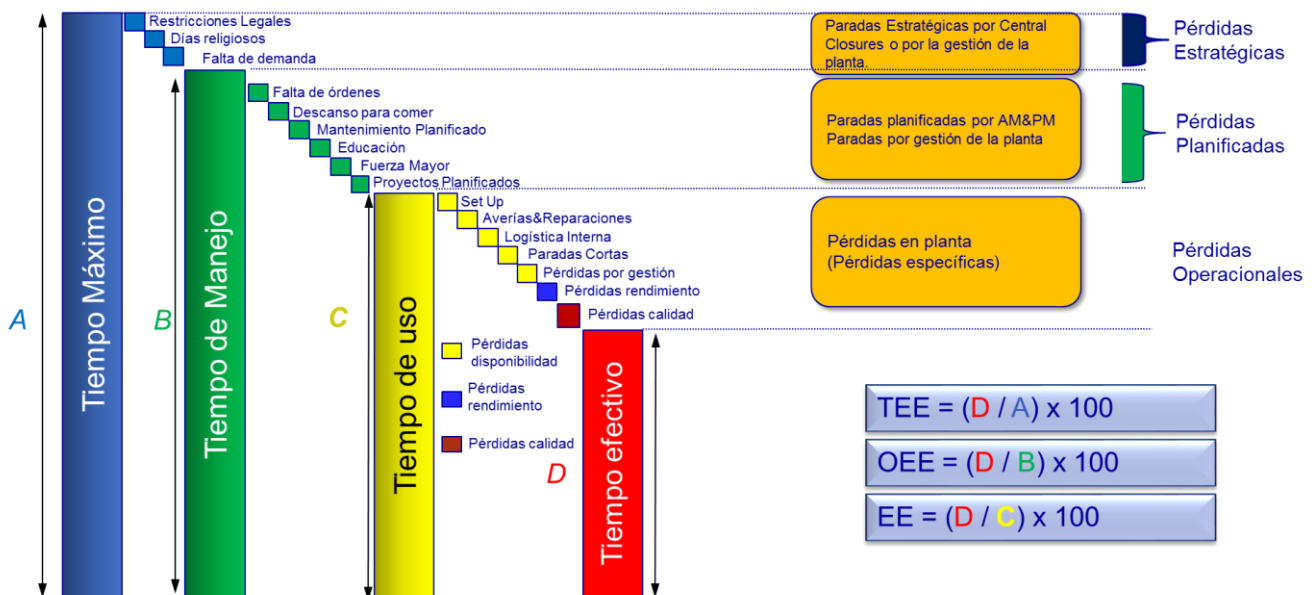


Figura 34. Despliegue de pérdidas de eficiencia

5.4.1.2 Definición y cálculo de rechazo total

Al igual que las paradas en las líneas quedan perfectamente definidas y estructuradas en distintos grupos, se procede de la misma forma para el rechazo generado en las líneas de producción.

La primera división del rechazo se divide en dos, por un lado, el rechazo generado por proceso, y, por otro lado, el generado por defecto del tapón, no cumplir con las especificaciones requeridas.

A su vez el rechazo por proceso queda dividido en 4 grupos.

- **Moldes:** Rechazo generado cada vez que una prensa vuelve a ponerse en marcha por cualquier tipo de parada. Es de obligatorio cumplimiento que las cuatro primeras tiradas tras puesta en marcha se consideren rechazo.
- **Ensambladora:** Si los distintos componentes del tapón no son ensamblados correctamente, la ensambladora automáticamente los expulsa por unos cajones. Además, cada vez que hay una parada de largo tiempo, avería o mantenimiento, las piezas que permanecen en el interior se enfrían y automáticamente el operario procede a considerarlo rechazo. Por último, cualquier tipo de daño que se produzca en el manipulador o en el intercambiador, también se considera rechazo por ensambladora.
- **Set-up o puesta en marcha:** Este rechazo se genera cada vez que la línea se prepara para un material o color diferente.
- **Otros:** Se crea otro grupo que engloba a rechazo generado por controles de calidad, vaciado de los mezcladores y pruebas.

Por el otro lado, el rechazo por defecto se compone de 2 grupos.

- **Cámara:** Rechazo que las cámaras detectan en las líneas y mediante un soplido posterior caen en distintos cajones.
- **INCs:** Rechazo detectado a posteriori por el departamento de calidad en el laboratorio.

A continuación, se muestra una imagen con la estructura del rechazo total.

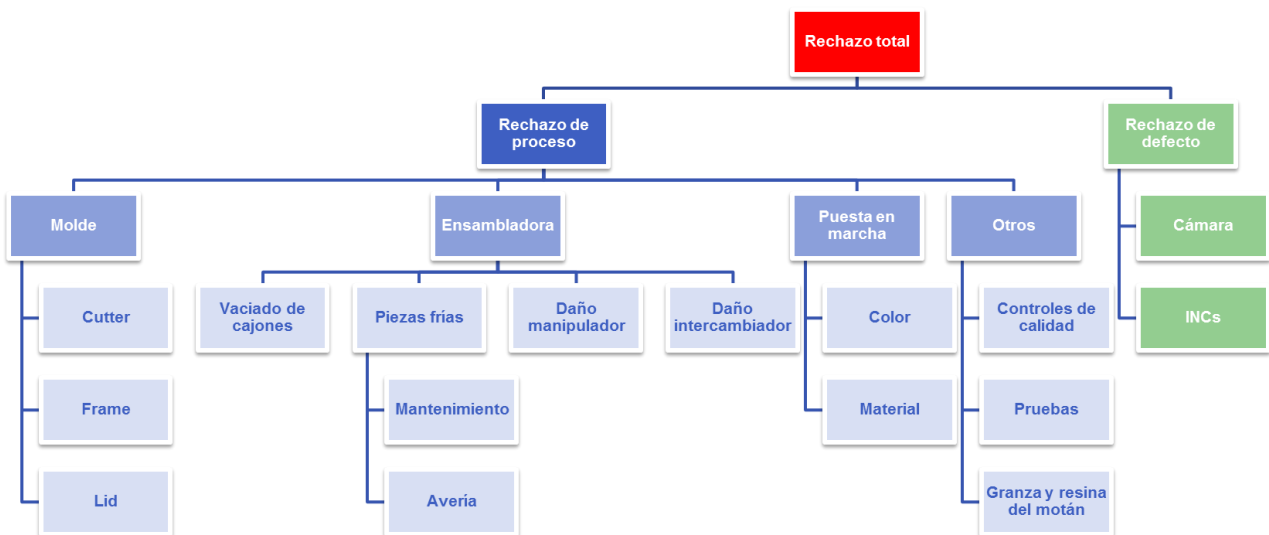


Figura 35. Despliegue del rechazo generado

Para el cálculo del rechazo generado en la planta se implantan unas básculas a lo largo de la zona de producción, las cuales están conectadas con una herramienta informática que permite tener toda la información

registrada.

Por lo tanto, se incluye en las actividades de los operarios el pesaje del rechazo que durante su turno de trabajo se va generando en su línea de producción.

En la báscula se instala un interfaz intuitivo que permita al operario registrar la procedencia del rechazo pesado.

Una vez pesado, el operario depositará las bolsas de rechazo en cubas situadas junto a las básculas para que el operario de logística proceda a llevárselas.

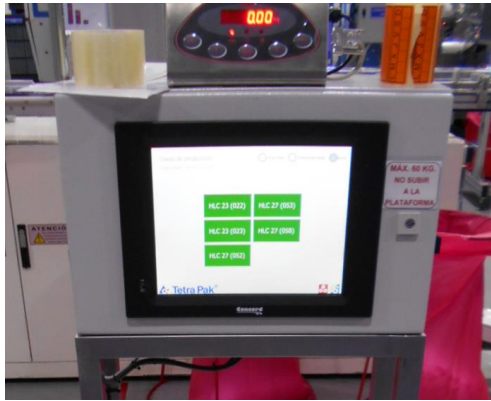


Figura 37. Pantalla báscula



Figura 36. Báscula y cajón rechazo

5.4.1.3 Seguimiento indicadores eficiencia y rechazo

Para poder realizar un correcto seguimiento de los indicadores de eficiencia y rechazo se desarrolla un programa informático, que mediante la incorporación de información por parte de los trabajadores de la zona de producción permita tener los cálculos de los distintos indicadores, una vez acabado el día.

Además, este programa informático sirve de almacenamiento de todos los datos registrados.

Operarios, técnicos de producción, de mantenimiento y jefes de turno registran todas las paradas que tienen lugar en las líneas. Estos últimos, además registran los ciclos y cavidades que son también necesarios para el cálculo de indicadores.

La herramienta informática, a su vez, está conectada con las básculas ubicadas por la planta.

Con la información registrada se calculan los indicadores. Por otro lado, se generan informes que son exportados a bases de datos.

A continuación, se muestra una de las hojas a rellenar cuando hay que incluir información de una parada y un archivo exportado del programa.

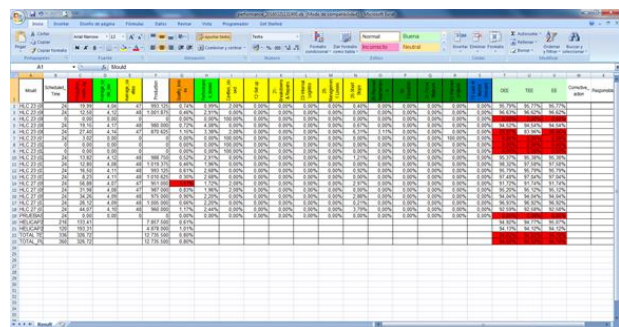
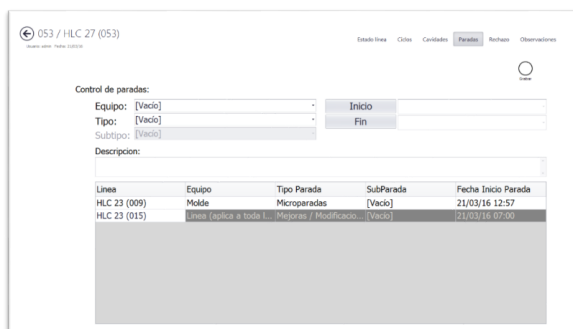


Figura 38. Programa informático de gestión de pérdidas y rechazo

5.4.2 Paso 2. Desplegar y priorizar

5.4.2.1 Despliegue de volúmenes y análisis de cuello de botella

En base a la demanda de nuestros clientes y el pronóstico de ventas, definimos nuestros límites en concepto de cuello de botella, y construimos nuestro despliegue anual de volúmenes.

Con este despliegue, conseguiremos detectar riesgo de no satisfacer la demanda de nuestros clientes y por lo tanto aparición de un cuello de botella.

La detección de un cuello de botella hace que la prioridad del pilar sea la erradicación del mismo mediante lanzamiento de distintos equipos de mejora.

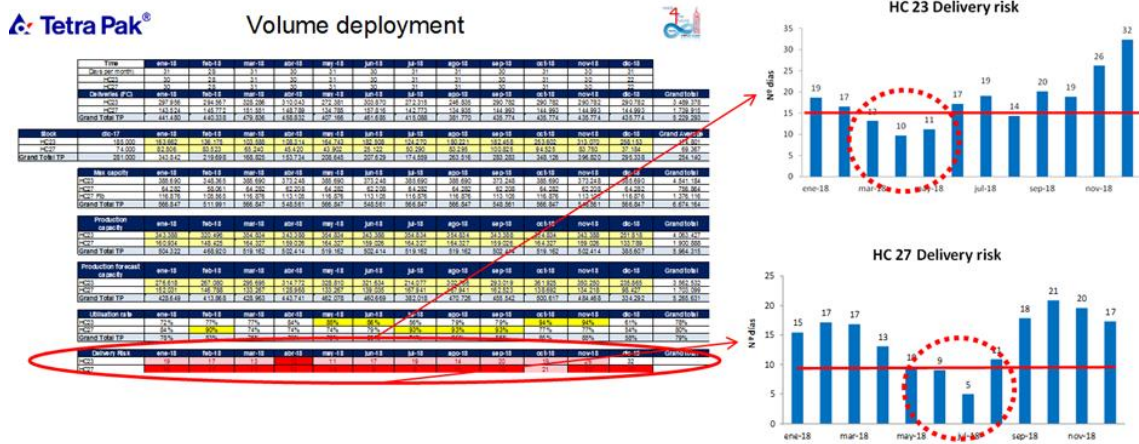


Figura 39. Despliegues de volúmenes y de riesgo de entrega

5.4.2.2 Desplegar pérdidas en indicadores de eficiencia (en % y tiempo)

Una vez definido y comprendido por parte de todo el personal del pilar la estructura de pérdidas y programa informático implantado en la planta, para el seguimiento de entre otras aspectos, pérdidas y rechazo, se comienza a trabajar en la creación de despliegues que muestren de una forma visual todas las pérdidas que afectan a nuestros distintos indicadores de eficiencia.

Se generan tanto despliegues referenciando las pérdidas en % como en tiempo.

A continuación, se muestran algunos de los distintos despliegues creados.

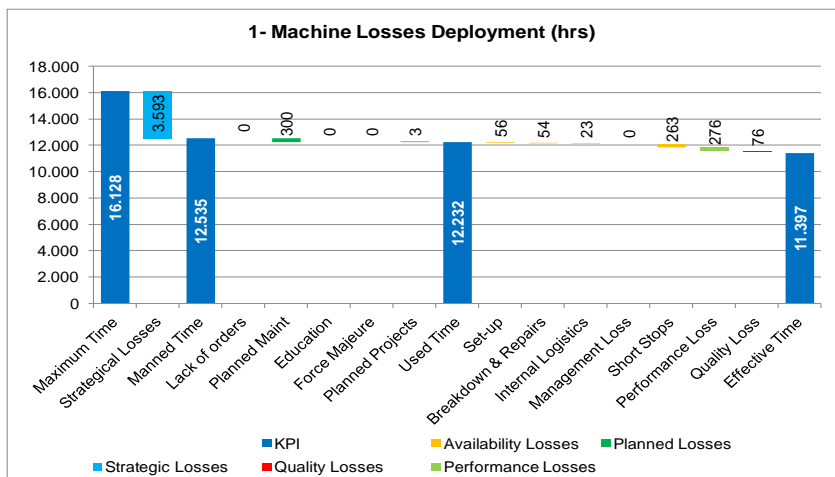


Figura 40. Despliegue de pérdida de horas

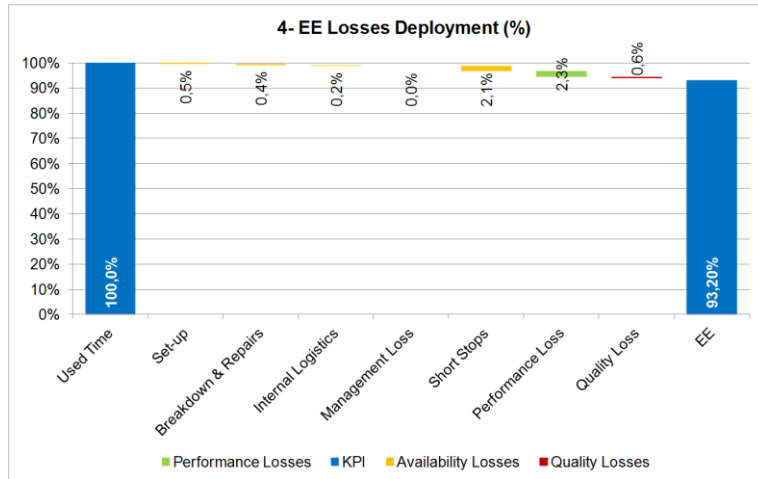


Figura 41. Despliegue de pérdidas operacionales

5.4.2.3 Desplegar rechazo

Como se explicó en el paso anterior se crea una estructura con toda la tipología de rechazos existentes en la planta. En este segundo paso comenzamos a realizar despliegues de los mismos, de forma que nos permitan cuantificar cada una de las ramas creadas, además de empezar a tener datos numéricos y empezar a marcarnos objetivos en equipos y pasos futuros.

A continuación, se muestran distintos despliegues creados en este paso y que actualmente se siguen usando.

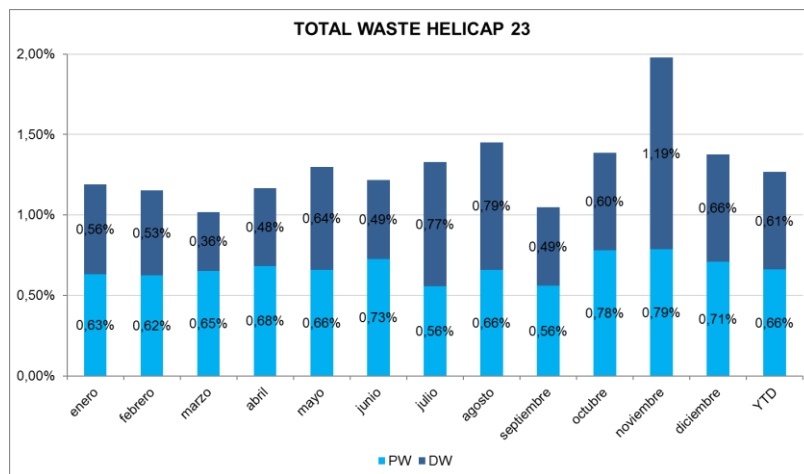


Figura 42. Evolución anual Waste HC23

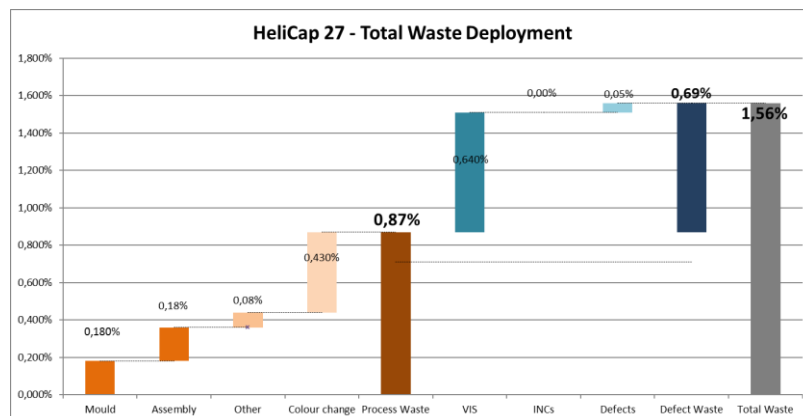


Figura 43. Despliegue exhaustivo de Waste HC23

5.4.2.4 Priorizar pérdidas por mayor potencial de ahorro

Una vez lanzadas distintas actividades o equipos de mejora que permitan controlar y minimizar las pérdidas en el cuello de botella, en caso de que exista, la siguiente prioridad pasa por centrarnos en aquellas pérdidas que suponen una mayor cuantía económica.

Para poder traspasar las pérdidas existentes en la planta en pérdidas monetarias se crea una herramienta llamada Loss Cost-Matrix

Esta herramienta se alimenta de dos fuentes distintas, por un lado, el pilar de Focus proporciona todas las pérdidas en forma de horas y de rechazo que suceden en la planta en el tiempo que se quiere estudiar. Por otro lado, personal de finanzas proporciona los datos relevantes a los costes que supone dejar de producir tapones, es decir tener las líneas paradas, además de generar rechazo.

Identified losses over total cost: 10%	Costs	SEVILLE Factory Cost				HELICAP 23				HELICAP 27				Production	
		Cash	Potential cash	Non cash	TOTAL	Cash	Potential cash	Non cash	TOTAL	Cash	Potential cash	Non cash	TOTAL		
MAN HOURLY RATE €									0					0	
k€ @ budget rate															
Total Losses		415,2	996,6	1.627,7	3.039,5	114,6	515,1	1.177,1	1.806,8	111,5	481,5	450,6	1.043,6	2.850,5	
Defect material losses		103,8			103,8	46,1			46,1	57,8			57,8	103,8	
Process material losses		122,3			122,3	68,5			68,5	53,8			53,8	122,3	
Time Losses - Operational			573,8	376,5	950,3		352,0	230,9	582,9		221,8	145,5	367,3	950,3	
12 Set Up	FI		52,3	33,7	86,0		19,1	12,5	31,7		32,2	21,1	53,3	85,0	
21 Breakdowns & Repairs	PM		79,7	52,3	131,9		35,8	23,5	59,3		43,8	28,5	72,6	131,9	
23 Internal Logistic	FI		3,5	2,3	5,8		3,3	2,2	5,5		0,2	0,1	0,3	5,8	
25 Management Loss	FI		9,2	6,0	15,2		4,5	3,0	7,5		4,7	3,1	7,7	15,2	
26 Short Stop	FI		184,0	68,2	252,2		72,0	47,2	119,3		32,0	21,0	53,0	252,2	
44 Run in Change	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
60 Rework	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
61 Unplanned Production Adjustment	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
Performance Loss	FI		227,3	149,2	376,5		133,8	100,9	234,6		73,6	48,3	121,9	376,5	
Quality Loss	QM		98,8	64,8	163,7		63,4	41,6	105,0		35,4	23,2	58,6	163,7	
Time Losses - Planned			422,8	277,4	700,2		163,1	107,0	270,1		259,7	170,4	430,1	700,2	
10 Meal Break	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
28 Planned Maintenance	PW/M		219,4	143,9	363,3		142,7	93,6	236,3		78,7	50,3	127,0	363,3	
29 Lack of Orders	SC		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
30 Education	EBT		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
31 Force Majeure	FI		2,2	1,4	3,6		1,7	1,1	2,8		0,5	0,3	0,7	3,6	
50 Planned Production Adjustment	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
51 Planned Material Preparation	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
52 Planned Projects	FI		201,3	132,1	333,3		18,7	12,3	30,9		182,6	119,8	302,4	333,3	
Time Losses - Strategic			0,0	973,8	973,8		0,0	839,2	839,2		0,0	134,7	134,7	973,8	
17 Legal Restrictions	FI		0,0	40,5	40,5		0,0	28,6	28,6		0,0	11,9	11,9	40,5	
70 Religious Days	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
71 Bottleneck	FI		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
72 Lack of Market Demand	FI		0,0	0,0	933,3		0,0	810,6	810,6		0,0	122,7	122,7	933,3	
Warehouse losses	SC		189,0	0,0	189,0									189,0	

Figura 44. Loss Cost-Matrix

Una vez tenemos toda la información necesaria, somos capaces de crear distintas gráficas que permitan reflejar en que líneas o qué tipo de paradas o rechazo suponen un mayor potencial de ahorros.

Identificados el lugar donde existen los mayores ahorros potenciales, el pilar ya dispone de una herramienta que le permita el lanzamiento de equipos/acciones de mejora.

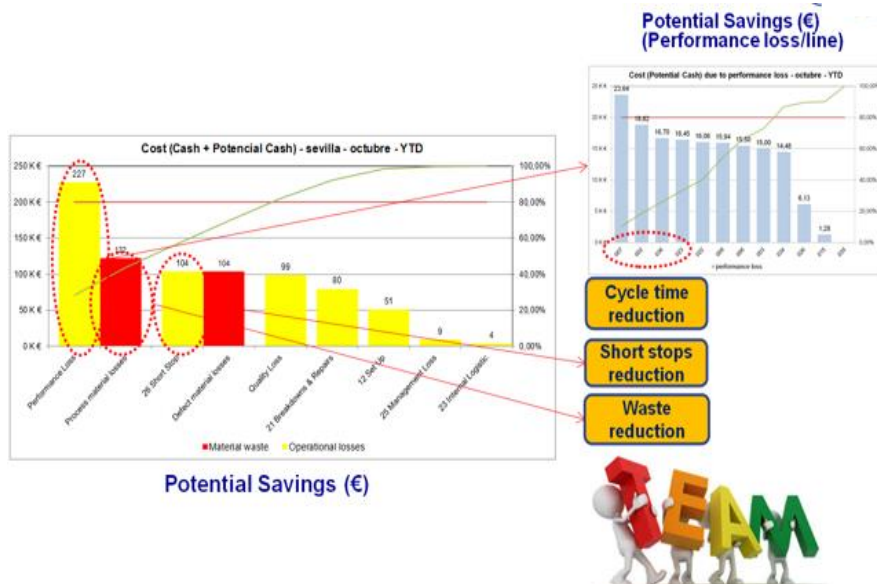


Figura 45. Identificación mayores ahorros

5.4.3 Paso 3. Gobernar pérdidas de eficiencia y rechazo

En el paso 3 de la ruta del pilar se hace especial hincapié en una correcta y óptima gestión de las pérdidas que afectan al OEE, es decir las operacionales y planificadas, además del rechazo generado.

Para llevar a cabo esta gestión de pérdidas por paradas y por rechazo, el pilar comienza desarrollando e implantando una serie de actividades que faciliten la detección de desviaciones y anomalías dentro de las mismas.

Gracias a las distintas actividades llevadas a cabo en los pasos anteriores somos capaces de realizar una gestión correcta de las pérdidas que tienen lugar en las líneas productivas.

Esta gestión consiste en el lanzamiento de actividades de mejora bajo distintas metodologías, minimizando las pérdidas encontradas priorizadas en base a dos criterios, cuellos de botella y mayores ahorros potenciales.

Además de ser el responsable de distintas actividades de mejora, el pilar es el encargado de una vez detectada una pérdida a erradicar o minimizar, delegar en otros pilares la gestión de dichas actividades.

Una vez los equipos son lanzados, el pilar hará seguimiento durante el transcurso del mismo, además de cuantificar la mejora una vez finalizado.

En las siguientes gráficas en forma de cascada se reflejan los distintos equipos o actividades de mejora realizados en la planta, que afectan directamente al EE y al rechazo, y la aportación en la evolución de estos indicadores.

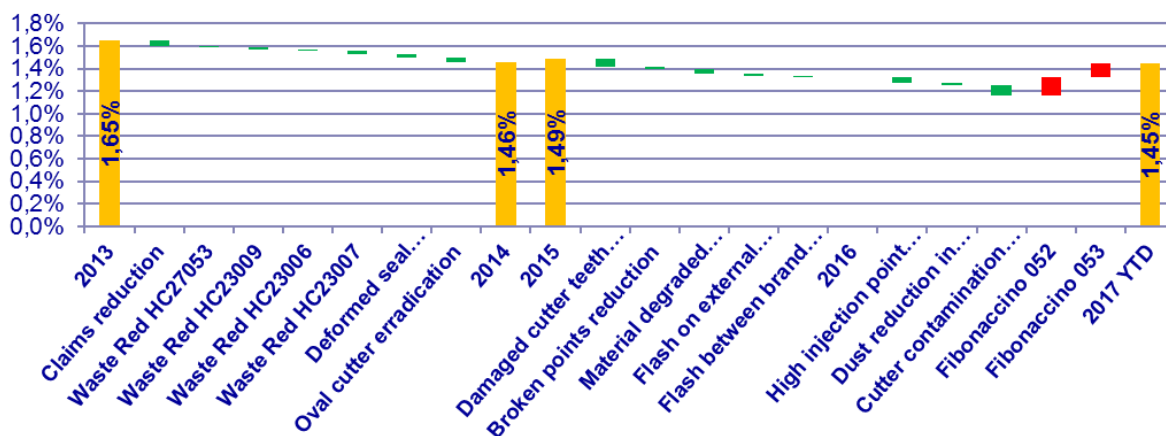


Figura 46. Contribución de equipos y actividades de mejora al rechazo

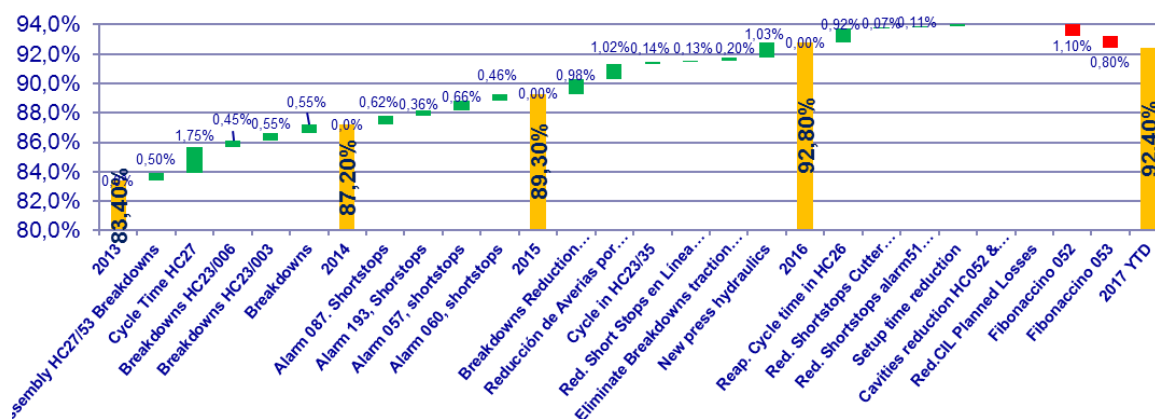


Figura 47. Contribución de equipos y actividades de mejora al EE

5.4.4 Paso 4. Gobernar pérdidas de eficiencia, rechazo y energía

Actualmente el pilar se encuentra en el paso 4, el cual, además de seguir gobernando las pérdidas que tienen lugar en las líneas y el rechazo generado, amplía su abanico e incorpora las pérdidas provocadas por una incorrecta gestión de la energía en la planta.

5.4.4.1 Sistema de monitorización de consumo energético

Como en otros pasos de la metodología, lo primero que se procede es a la creación de una herramienta que permita medir aquello que queremos mejorar, ya que si no disponemos de ella nunca seremos capaces de poder aplicar mejoras.

Se instala un sistema de monitorización que nos permite medir el consumo de toda la planta en tiempo real mediante conexión a internet al programa informático que hacemos uso.

Equipos a medir

- Sistema de refrigeración
- 2 UTA's
- Enfriadores de aire
- Deshumidificadores
- Bombas (P104)
- Aire comprimido
- Sistema de vaciado
- Líneas de producción

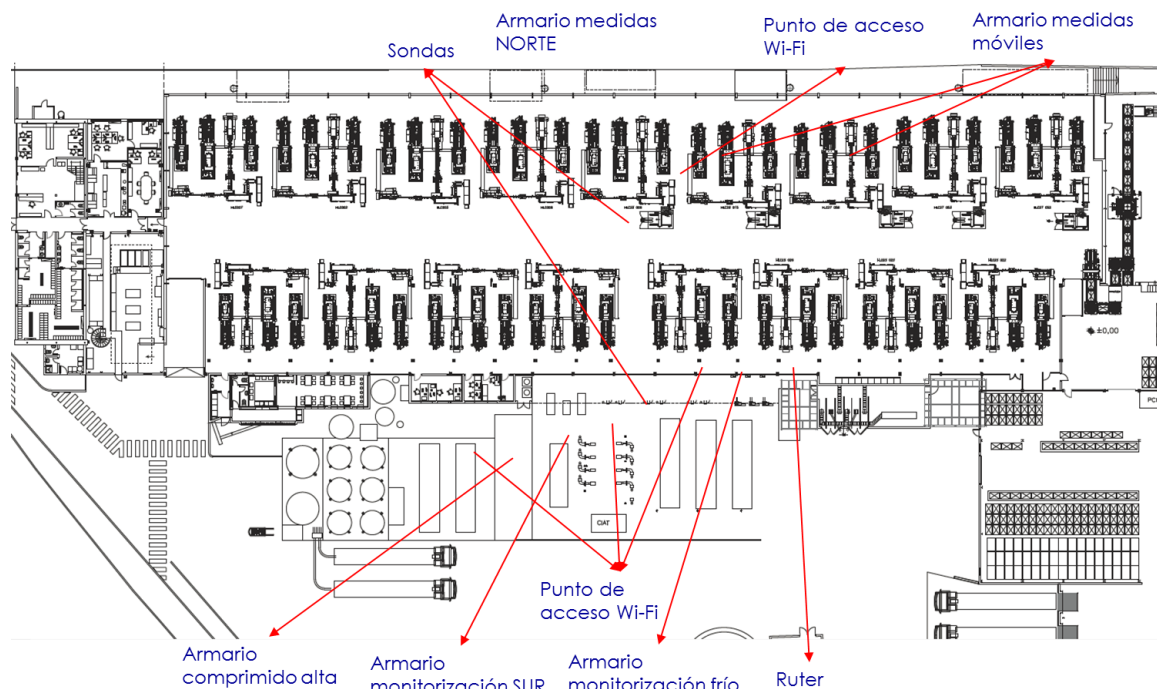


Figura 48. Sistema de monitorización de la energía

5.4.4.2 Acciones llevadas a cabo

Una vez instalado el sistema de monitorización y obtención de los primeros registros y datos, somos capaces de definir las variables que afectan al consumo.

Por otro lado, comenzamos dividiendo el consumo energético de la planta entre el consumido por las líneas productivas y el consumido por las instalaciones, para lanzar un plan de acción individual sobre cada uno, que planifique acciones de mejora y consiga obtener resultados positivos sobre los indicadores energéticos.

Algunas de las acciones más importantes llevadas a cabo con respecto a la energía son:

- Mantas de aislamiento térmico a las prensas
- Reemplazo de bombas
- Reemplazo de prensas hidráulicas
- Optimización de parámetros de sistemas de enfriado
- Soluciones a desviaciones pequeñas encontradas en monitorización



Figura 49. Prensas de menor consumo

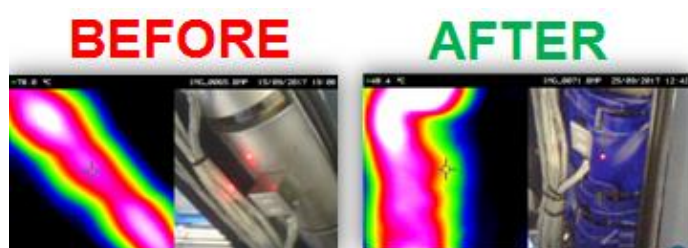


Figura 50. Aislamiento térmico a las prensas



Figura 51. Optimización parámetros de enfriamiento

5.5 Resultados

Gracias a todas las acciones realizadas desde el comienzo del pilar, guiados siempre por la ruta del mismo, somos capaces de verificar los resultados conseguidos, estos resultados quedan divididos en aquellos que pueden ser cuantificados, tangibles, y en aquellos que, aunque no podemos medir se constatan por las personas que llevan trabajando desde la puesta en marcha del pilar.

5.5.1 Resultados tangibles

A continuación, se muestran gráficas con los resultados tangibles obtenidos desde el comienzo del pilar, y cuyo responsable directo es el propio pilar

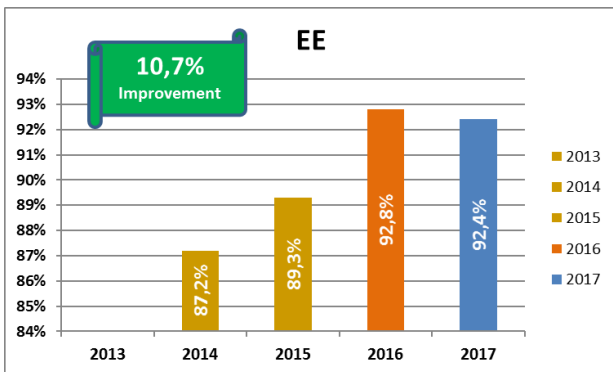


Figura 53. Evolución EE

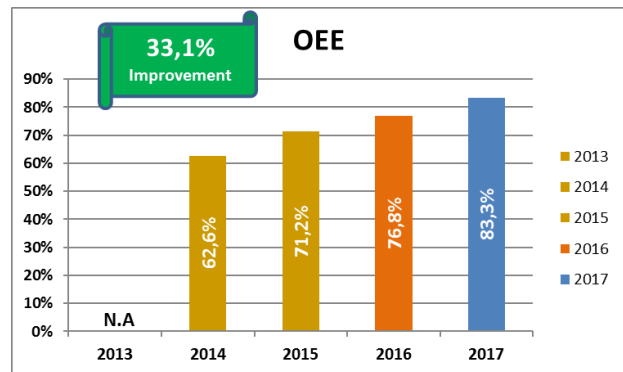


Figure 52. Evolución OEE

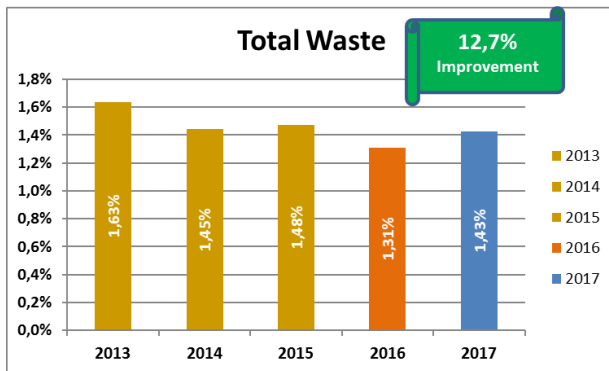


Figura 55. Evolución Total Waste

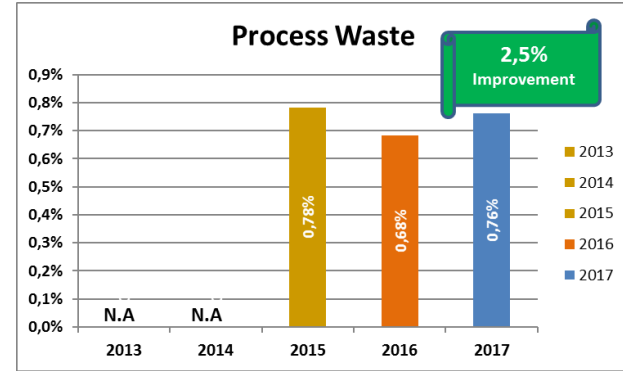


Figure 56. Evolución Process Waste

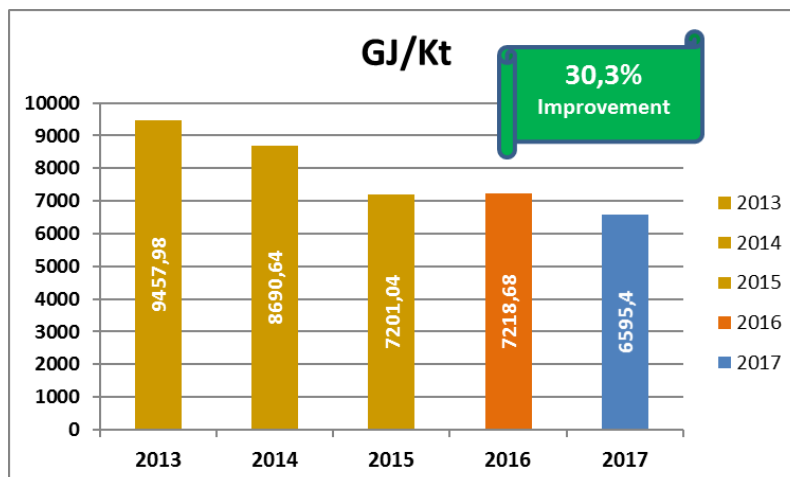


Figura 54. Evolución consumo energético

5.5.2 Resultados intangibles

En la siguiente tabla se muestran todos aquellos resultados que no son medibles, pero que gracias a las distintas acciones y actividades llevadas a cabo, el pilar ha colaborado de una forma directa o indirecta en la consecución de los mimos.

	Antes TPM	Ahora con TPM
 <p>HOMBRE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pocos operarios involucrados en mejoras • Decisiones se llevan a cabo sin priorizar • Baja productividad debido a pérdidas. • No enfocados en los costes de las pérdidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Involucración por parte de los operarios • Decisiones basadas en despliegues • Mayor productividad
 <p>METHOD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de métodos/análisis a la hora de solucionar problemas • Recolección de datos imprecisos • Falta de estándares • Rechazo no desplegado 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de datos detallada • Focalizado en las pérdidas de la estrategia • Pérdidas de línea y rechazo gestionado diariamente.
 <p>MÁQUINA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No focalizados en el cuello de botella • EE bajo y elevado rechazo por proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Decisiones teniendo en cuenta el cuello de botella • Mejores resultados en eficiencia y rechazo
 <p>MATERIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de organización en el uso de materiales para producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales ordenados en el área de producción

Figura 57. Resultados intangibles

6 EQUIPO KAIZEN REDUCCIÓN TIEMPOS SET-UP

6.1 Metodología elegida para equipo de mejora

Para llevar a cabo cualquier acción cuya finalidad sea la obtención de una reducción o eliminación de pérdidas, hemos de elegir una metodología adecuada que nos permita garantizar el cambio.

Para este caso en concreto, haremos uso de la metodología de equipos de mejor Kaizen, basada en 12 pasos.

1. Identificar/clasificar pérdidas: En primer lugar, se identifica y vincula con la estrategia de la planta. Posteriormente, vemos en que grupo o clasificación de pérdidas se encuentra.
2. Seleccionar/justificar pérdida: Seleccionamos dentro de la pérdida donde centramos, en caso de que sea necesario. Justificamos el lanzamiento del ataque a esta pérdida, que puede venir provocado por diversas razones.
3. Comprender proceso. Para poder indagar y conocer profundamente las causas de las pérdidas existentes, es necesario comprender a la perfección el proceso.
4. Evaluación situación actual. Una vez comprendido el proceso, habrá que pasar a preguntarse cuál es el estado actual, antes de implantar mejora alguna.
5. Establecer objetivos. Una vez comprendido el proceso y evaluado el estado inicial, el equipo procede a marcarse unos primeros objetivos.
6. Planificación para el alcance de objetivos. El equipo se centra en planificar todos los recursos, personal, tiempo, maquinaria... para la consecución de los objetivos marcados en el paso anterior.
7. Análisis de causas raíces. En este paso se profundiza en conocer cuáles son las principales causas que provocan la aparición de las pérdidas.
8. Propuesta de contramedidas. Una vez encontradas las causas que provocan la aparición de las pérdidas, el equipo se centra en proponer acciones que eviten dichas pérdidas.
9. Implementación de contramedidas. Las contramedidas aceptadas por parte del equipo pasan a implantarse en este paso
10. Verificación de resultados. En este paso constataremos que las contramedidas han cumplido con las expectativas marcadas.
11. Estandarización. Con la finalidad de que las mejoras perduren, se estandarizan procesos, se crean documentos, etcétera, evitando que vuelvan a ocurrir las pérdidas.
12. Expandir mejoras a equipos similares/Planes futuros. En caso de ser posible, se expandirán las mejoras a equipos con características similares, no siendo necesario realizar un equipo prácticamente igual. Además, también se comentará en este último paso si el equipo ha dejado algo pendiente por necesidad de dejar pasar el tiempo para poder realizar cualquier actividad.

6.1.1 Paso 1. Identificación/Clasificación de la pérdida

A pesar de producirse solo dos familias de tapones en la planta, dentro de cada una encontramos una gama de diferentes tapones.

Esta gama o subfamilia viene determinada por el color del tapón, existiendo gran diversidad de colores para los dos productos.

El cliente mediante sus pedidos determina que color desea, posteriormente el departamento de logística es el encargado de planificar la producción de los mismos en las distintas líneas.

Por lo tanto, cada vez que el departamento de logística decide cambiar de color en una línea, esto incurre en una parada, denominada Set-up (puesta a punto), de la línea y por lo tanto una pérdida.

Con este equipo de mejora contribuimos directamente a la estrategia marcada por la planta, ayudando a la erradicación de las paradas operacionales.

REDUCIR COSTES	ENTREGAR EL MEJOR SERVICIO AL CLIENTE	INNOVACIÓN	SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE	LÍDERES EN CALIDAD
Optimizar paradas planificadas 0 paradas operacionales 0 rechazo Reducir el coste de transformación	100% resolución de problemas instantáneos 0 pérdidas que afecten a la perfecta entrega	100% On time en la instalación completa de los proyectos	0 accidentes 0 emisiones de CO2	0 defectos 0 reclamaciones de clientes

Figura 58. Estrategia de la planta

Las paradas por Set-up están englobadas dentro del grupo de las pérdidas operacionales, por lo que afectará directamente a los 3 indicadores de eficiencia que la planta controla y hace seguimiento, TEE, OEE, EE.

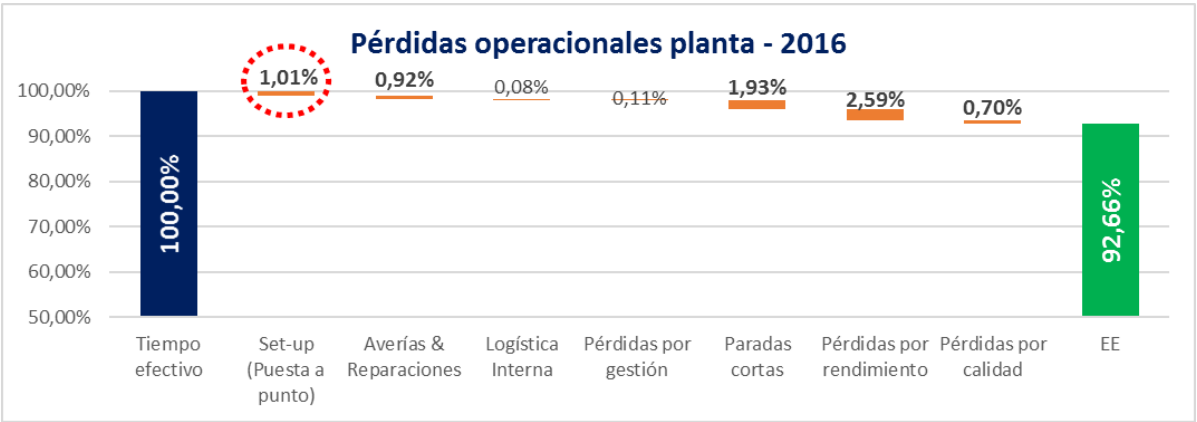


Figura 59. Pérdidas operacionales 2016

6.1.2 Paso 2. Justificación/selección de la pérdida a atacar.

Tras la detección por parte del pilar encargado de la mejora en la planta, pilar de Focus improvement, además de los encargados de producción y calidad, del aumento de pedidos de distintos colores de tapones, y por consiguiente el número de cambios de color en las líneas y sus consecuentes pérdidas, se decide lanzar este equipo de mejora.

La siguiente gráfica constata lo anteriormente comentado, y sirve de justificación para el lanzamiento de este equipo.

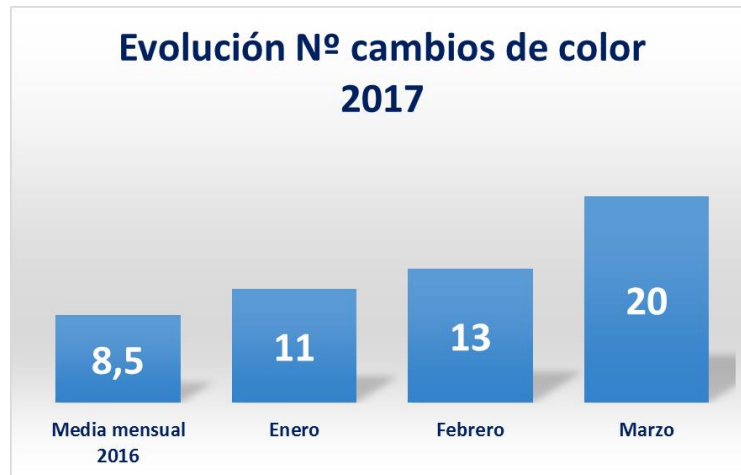


Figura 60. Evolución cambios de color 2016-2017

Una vez detectado el gran aumento de números de cambio de color en la planta, se procede a decidir dentro de esta tipología de pérdida causada por los mismos, donde nos centramos.

El equipo tiene constancia de que las actividades a realizar dentro de la puesta a punto de la línea para un nuevo color, no son exactamente iguales para los dos tipos de tapones que se producen en la planta, por lo que conviene centrarse en aquel más crítico.

Es en las líneas del producto HC27 donde se reciben un mayor número de pedidos de diferentes colores, además de tener menor número de líneas de este producto y de encontrarse 3 líneas bajo un proyecto de mejora de ciclo, impidiendo que en éstas se llevan a cabo cambios de color. Por lo que resulta obvio que el equipo se centrará en las pérdidas por Set-up en líneas del producto HC27.

En la siguiente gráfica se muestra el número de cambios de color por línea en los tres primeros meses del año 2017, quedando reflejado que es en las líneas del producto HC27 donde mayores números de set-up se llevan a cabo

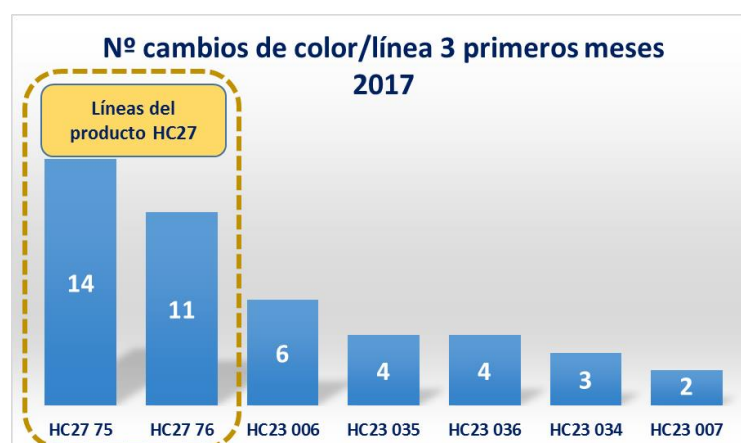


Figura 61. Cambios de color por línea productiva

6.1.3 Paso 3. Comprender el proceso y sus principios de funcionamiento

6.1.3.1 Actividades en un cambio de color

Para afrontar el proyecto con mayor conocimiento de todo lo que engloba a un cambio de color, se realiza un estudio de todas las actividades de las que consta dicho proceso.

En todos los cambios debe realizarse:

1. Limpieza de todas las tuberías de alimentación de materia prima y colorante de los componentes Lid y Frame, ya que Cutter siempre será igual. Comprobando con distintos procedimientos que no quede cualquier tipo de materia prima o colorante de ordenes anteriores, un mínimo grano de plástico de un color diferente puede provocar un gran rechazo.
2. Del mismo modo, deberá ser limpiado el motán (mezclador) de componentes Lid y Frame, para después calibrarlo en caso de que sea necesario.
3. Se aprovecha la parada para realizar una limpieza del husillo de las prensas Lid y Frame.
4. A menudo pueden quedar pequeños resquicios de plástico en la punta de los torpedos y el interior de los moldes, por lo que todos estos puntos deben ser limpiados.
5. Aunque no sea muy normal, las cintas transportadoras pueden tener pequeñas partículas de plástico o de polvo de los colores anteriores, que pueden quedar adjuntadas al tapón si estas no son limpiadas, por lo que el personal de limpieza se encargará de realizar dicha actividad.
6. Si es más corriente, que las piezas de ensambladora que atrapan, colocan y ensamblan los componentes tengan pequeñas partículas de plástico del color que se ha producido anteriormente, por lo que resulta de gran importancia una exhaustiva limpieza de la ensambladora, para que no se adjunten partículas de otro color a los futuros tapones.
7. Se limpian tanto las cintas transportadoras del intercambiador de cajas como los metacrilatos y piezas metálicas que hacen de tope.
8. El técnico de cámaras se encargará de programar todos los sistemas de visión de la línea, para posteriormente y una vez puesta la línea en marcha calibre de nuevo cada uno de los sistemas para el nuevo color
9. Por último, una vez se han calibrado las cámaras, se realizan controles y verificaciones en el laboratorio de calidad para dar el visto bueno y dar por finalizado el cambio de color y empezar a producirse y empaquetarse tapones en las cajas.

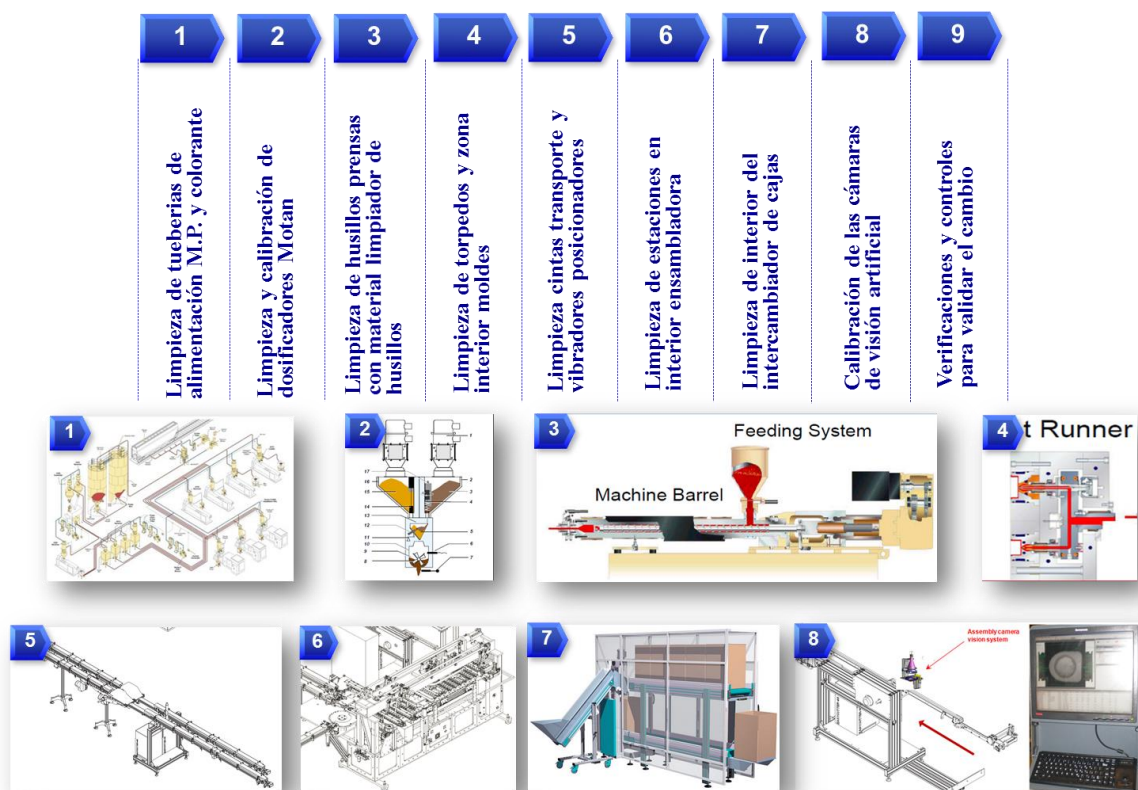


Figura 62. Actividades en un cambio de color

6.1.3.2 Diagrama hombre-máquina

En años anteriores al de la realización de este equipo de mejora, se han llevado a cabo estudios para optimizar el tiempo de parada por set-up, sincronizando actividades en paralelo.

A continuación, se muestra un diagrama hombre-máquina que refleja el orden de actividades que se sigue durante el cambio de color, este diagrama representa el modus operandi previo a la finalización de este equipo.

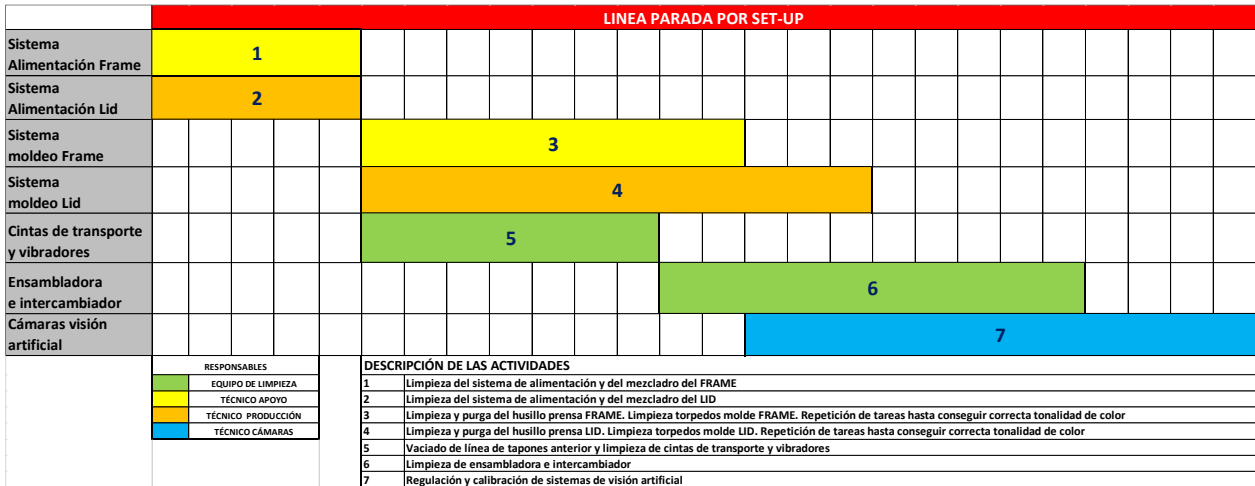


Figura 63. Diagrama hombre-máquina previo a este equipo

6.1.3.3 Tipología cambios de color

Existe un gran número de posibles cambios, ya que no existe ninguna norma que prohíba el pasar de un color a otro.

Debido a esto, y aunque las actividades a realizar sean las mismas para todos los cambios, el departamento de calidad definió una serie de cambios como críticos, dado que conseguir el color que se desea será mucho más costoso que para otros.

A menudo, los cambios englobados dentro del grupo de críticos pueden llegar a prolongarse el doble de tiempo de otros que no lo son.

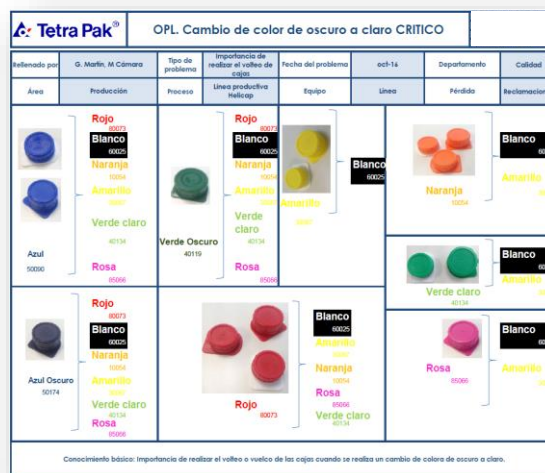


Figura 64. Tipologías cambio de color

En esta hoja informativa (OPL) se muestra todos los cambios de color que quedan englobados dentro del

grupo de cambios críticos.

6.1.4 Paso 4. Situación inicial

Previo a este proyecto la información que se recopilaba en los cambios de color era prácticamente nula, por lo que para poder empezar con el equipo de mejora y tener una mejor comprensión de todo lo que engloba a esta actividad, se crean una serie de principios básicos.

6.1.4.1 Clasificación de los cambios de color

No existía una clasificación de los cambios de color, por lo que se establece una nueva codificación para identificar todos los cambios que podemos llegar a tener.



Figura 65. Clasificación cambios de color

La clasificación sigue el siguiente orden:

1. Tipo de producto: Estos dos productos podrán ser siempre o 23 o 27, haciendo referencia a los dos productos que se producen en la planta, HC23/HC27.
2. El número 2 siempre será una F, indicando el componente Frame.
3. El número 3 será un código del color anterior al set-up del componente Frame.
4. El número 4 será un código del color posterior al set-up del componente Frame.
5. El número 5 siempre será una L, indicando el componente Lid.
6. El número 6 será un código del color anterior al set-up del componente Lid.
7. El número 7 será un código del color posterior al set-up del componente Lid.
8. El número 8 indica si el Lid tendrá o no logotipo, S(Si)/N(No).

Pigmento		
Código de color Ampacet	Pantone	Estandar
BLANCO 51956 RCO 60025	White	W0
AZUL 4600140-EP	Light blue transparent	B0
AZUL 567931 RCO 50323	BLUE P2905C	B1
AZUL 16056 RCO 50090	Blue P2945C	B2
AZUL OSCURO 561055 RCO 50174	DARK BLUE P2757c	B3
VERDE 571658 RCO 40166	GREEN P368C	G0
VERDE 17966-D RCO 40134	GREEN P347C	G1
VERDE OSCURO 170732 RCO 40119	DARK GREEN P350C	G2
ROJO 150651 RCO 80073	RED P1805C	R0
NARANAJA 540057 RCO 10054	ORANGE P165C	O0
ROSA 553465 RCO 85063	PINK P219C	P0
MOCHA 582972 RCO00050	MOCHA P4625C	M0
AMARILLO 530156 RCO 30087	Yellow	Y0
GRIS 591391 RCO 67011	Dark Grey Transparent	D0

Figura 66. Codificación colores

6.1.4.2 Nuevo sistema de recopilación de datos en cambios de color

Se crea una base de datos en la que todo el personal que entre a realizar distintas actividades en la línea durante el cambio de color deberá reportar información referente a las actividades realizadas.

En esta base de datos se apuntará la siguiente información.

El técnico de producción será el encargado de rellenar la información de los datos generales del cambio de color, en los que se incluirá fecha, línea, producto, colores anteriores y nuevos y personal que realiza el set-up.

DATOS GENERALES					Tipo Set-up	COLOR					TECNICOS	
FECHA	SEMANA	Producto	LINEA			COLOR ANTERIOR FRAME	COLOR FRAME NUEVO	COLOR ANTERIOR LID	COLOR NUEVO LID	EQUIPO	TECNICO	APOYO EXTERNO
03/02/2017	6	27	HC 27 075		14	Verde claro 40134	Azul oscuro 50174	Verde claro 40134	Azul oscuro 50174	E	Antonio Falcón	Alejandro Nacar

Figura 67. Información general reportada en base de datos

MOTAN					
PIGMENTO MOTAN FRAME KG	PIGMENTO MOTAN LID KG	PIGMENTO MOTAN CUTTER KG	RESINA MOTAN	TIEMPO EMPLEADO EN MOTAN (minutos)	OBSERVACIONES
4,42	4,1			170	

Figura 68. Información reportada por técnico de motán

El técnico de producción, será encargado del reporte de tiempo y kilogramos de rechazo de las actividades de limpieza realizadas en moldes y prensas.

MOLDES											PLASTAS		
MOLDE FRAME (KG)	MOLDE LID (KG)	MOLDE CUTTER (KG)	Nº VECES LIMPIEZA TORPEDOS LID	Nº VECES LIMPIEZA TORPEDOS FRAME	Nº VECES LIMPIEZA TORPEDOS CUTTER	CAMBIO DE PLACA	Nº LIMPIEZAS MOLDE TOTAL	TIEMPO EMPLEADO EN MOLDES (Minutos)	OBSERVACIONES	Tiempo de actividades extraordinarias (Min.)	PLASTA FRAME KG	PLASTA LID KG	PLASTA CUTTER KG
28,7	33,5		0	0	0	NO	0	40	Material limpiador		8,02	5,98	

Figura 69. Información referente a limpieza en moldes y prensas

Las últimas columnas a rellenar están reservadas para el personal de cámaras, y para los resultados generales del cambio de color, tiempo total y rechazo por el cambio.

REGULACION CAMARA					GENERAL			RECHAZO POR CAMBIO TOTAL
TECNICO CAMARA	KILOS DURANTE REGULACION CAMARA	OTROS	TIEMPO EMPLEADO REGULACION CAMARA (minutos)	OBSERVACIONES	CAMBIO TERMINADO	OBSERVACIONES	TIEMPO EMPLEADO TOTAL	RECHAZO POR CAMBIO TOTAL
Vicente Nuñez	16,74	0,7	95	Color complicado el azul oscuro, no habia receta.	SI	Cambio realizado por un operario, que conocia el procedimiento pero no lo aplicaba paso a paso. El técnico de apoyo llegó 55 minutos más tarde del comienzo. El técnico de cámara tardó 40 minutos desde que se le llamó hasta que comenzó la regulación de las cámaras	305	102,16

Figura 70. Información reportada por técnico de cámaras

6.1.4.3 Estructura tipos de pérdidas durante el cambio de color

Tras la recopilación de datos y posterior estudio de estos, se detectan gran cantidad de distintas anomalías. Ante este problema, se crea una estructura dividida en primer lugar en cuatro modos de fallo.

Efectofallo
Defecto_calidad
Falta_formación
Falta_organización
Avería_Regulaciones

Figure 71. Modos de fallo

Como se puede observar en la tabla, los modos de fallo son: Defecto calidad, falta formación, falta organización, avería-regulaciones.

A su vez, estos cuatro modos de fallo se dividen en las causas que provocan la aparición de su correspondiente modo de fallo.

Defecto_calidad	Falta_organización	Avería_regulaciones
Rebabas	Procedimiento_incompleto	Avería_Dosificadores_Motan
Incompleto	Incumplimiento_procedimiento	Avería_Prensa_Frame
Deformado	Cambio_turno_tarde_Noche	Avería_Prensa_Lid
Desviación_color	Esperando_orden_producción	Avería_Prensa_Cutter
Contaminación	Esperando_técnico_producción	Avería_Molde_Frame
Funcionalidad_fuera_especificación	Esperando_técnico_Nacar	Avería_Molde_Lid
	Esperando_técnico_Molde	Avería_Molde_Cutter
	Esperando_Jefe_turno	Avería_Cintas_transporte_Frame
	Esperando_técnico_cámara	Avería_Cintas_transporte_Lid
	Esperando_operario_limpieza	Avería_Cintas_transporte_Cutter
	Esperando_material	Avería_Cinta_transporte_a_Vibrador
	Buscando_Herramientas_útiles	Avería_Vibrador_FrameLid
	Ausencia_Jefe_turno	Avería_Vibrador_Cutter
	Ausencia_Técnico_producción	Avería_Cámaras_Visión
	Ausencia_Técnico_cámaras	Avería_Ensambladora
	Ausencia_Técnico_Nacar	Avería_Cinta_a_Intercambiador_cajas
	Ausencia_Operario	Avería_Intercambiador_Cajas
		Avería_Controlador_Temperatura
		Avería_Manipulador_cajas

Figura 72. Causas de los modos de fallo

6.1.5 Paso 5. Establecer Objetivos

En el siguiente paso el equipo se reúne, para una vez ya entendido el proceso a la perfección y teniendo una herramienta para recolectar los datos de los distintos cambios, ser capaces de marcarnos unos primeros objetivos, que en el paso 10 corroboraremos si se han cumplido.

En primer lugar, se llega al acuerdo que no nos marcamos un objetivo de reducción de pérdidas por set-up, en lo que a porcentaje de las mismas se refiere, ya que éstas están íntimamente vinculado al número de cambios de color que haya, y esto depende únicamente de los pedidos de clientes.

Tras el comienzo de recolección de información y anomalías reflejadas en nuestro sistema puesto en marcha de recopilación de datos, y la posterior detección de incidencias en cambios críticos, se decide por parte del equipo establecer dos objetivos diferenciados en la tipología de los cambios de color.

Nos marcaremos un objetivo más ambicioso para cambios de color crítico, ya que a priori, detectamos una mayor posibilidad de mejora.

En las siguientes gráficas mostramos los valores medios de tiempos con los datos obtenidos hasta el momento de este paso, previo a la implantación de mejoras, para las dos tipologías de cambios existentes, crítico y no críticos, además de los objetivos marcados por el equipo.

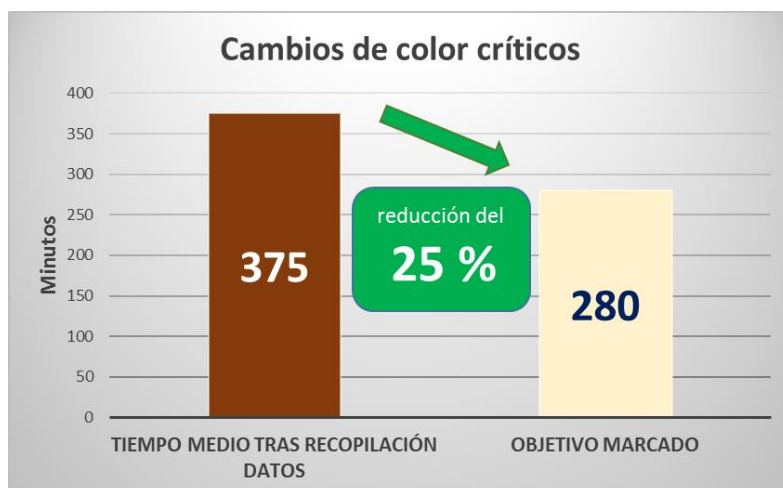


Figura 73. Objetivo en cambio de color crítico

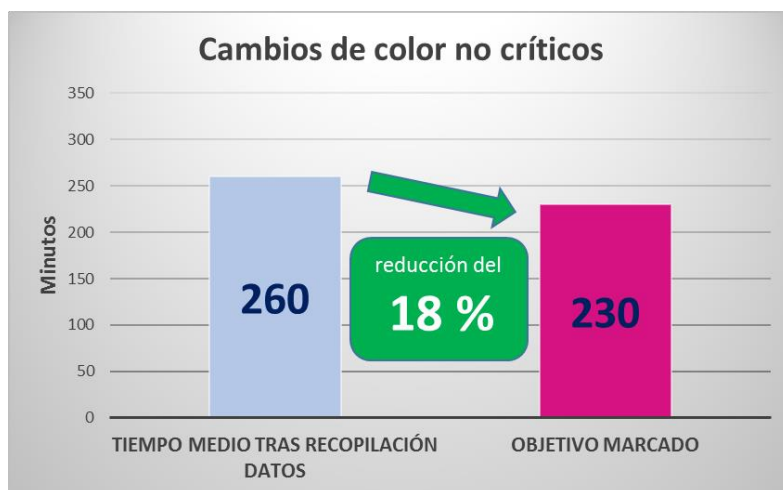


Figura 74. Objetivo en cambio de color no crítico

6.1.6 Paso 6. Planificación

En el paso 6 se procede a planificar las acciones futuras, ya que son aquellas que mayor trabajo y necesidad de no demorar en el tiempo requieren.

De esta manera, en todas las reuniones semanales que el equipo tiene se revisará que se están cumpliendo con los plazos previstos.

En la siguiente imagen se muestra la planificación para las actividades a desarrollar por parte del equipo en los siguientes pasos, además de incluir las actividades ya realizadas previamente, marcadas en color verde.

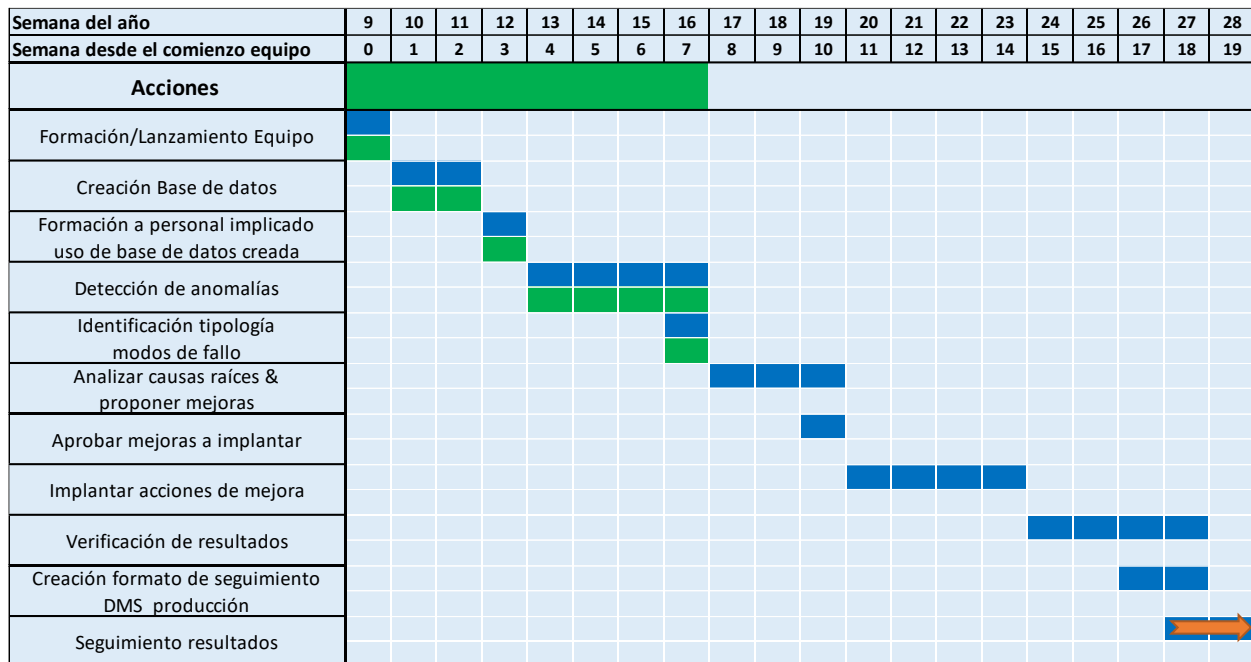


Figura 75. Planificación

6.1.7 Paso 7. Análisis de causas raíces

Tras la creación de diversas herramientas y de un seguimiento de todos y cada uno de los cambios de color realizados, además de una investigación, con la escasa información que se tenía de los cambios de color anteriores a este proyecto, se empiezan a analizar las distintas causas que provocan la demora que a menudo suelen tener lugar en los cambios de color.

En primer lugar, analizamos la frecuencia de los distintos tipos de anomalías encontradas (modos de fallo), analizando del mismo modo la frecuencia de las distintas causas primarias de la aparición de los modos de fallo.

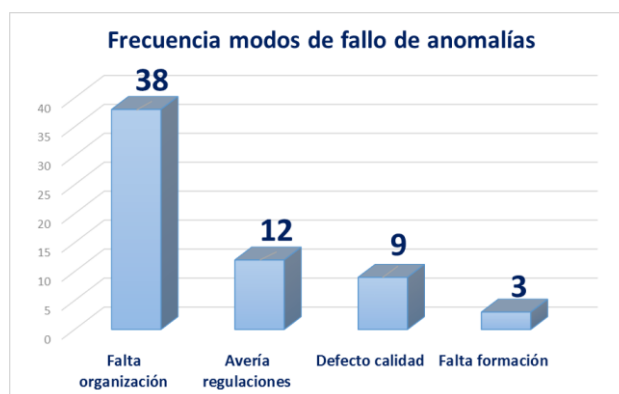


Figura 76. Frecuencia modos de fallo

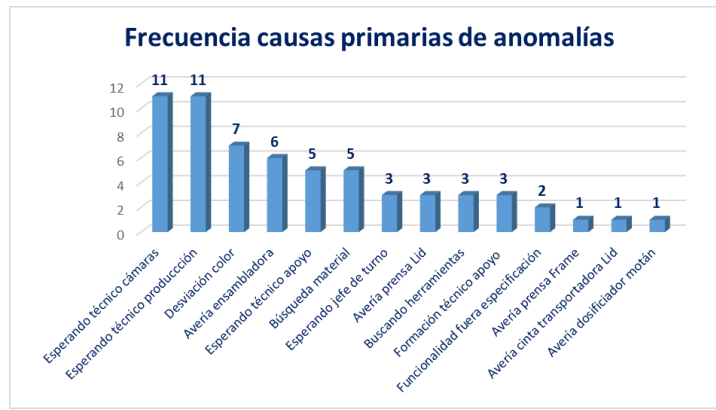


Figura 77. Frecuencia causas primarias anomalías en cambio de color

Se decide analizar todas las tipologías de incidencias a pesar de ser unas más frecuentes que otras, y de esta manera reducir al máximo las pérdidas de tiempo por Set-up.

6.1.7.1 Causas principales

A la hora de llevar a cabo un estudio sobre las causas principales en la demora del tiempo de los cambios de color, se realiza siguiendo la estructura creada, 4 modos de fallo.

Para todos los modos de fallo, la forma de proceder será la misma, realizar un análisis (análisis causas raíces) hasta descubrir la causa raíz de los principales problemas que provocan la aparición del modo.

Tras un análisis realizado junto al apoyo del personal involucrado en los cambios de color, para todos los modos de fallo conseguimos obtener la causa raíz de las principales anomalías.

6.1.7.1.1 Defecto calidad

6.1.7.1.1.1 *Vetas tras cambio de color críticos*

Se descubre que el principal y prácticamente único problema cuyo modo de fallo es defectos de calidad, es aquel que ocurre cuando aparecen continuas vetas en los tapones en los cambios de color críticos. Estas continuas vetas hacen que no se alcance el color y especificaciones adecuados llevando consigo una dilatación del tiempo de parada de línea.

Descripción del modo de fallo	Causas Potenciales										4 M			
	Por qué 1	Verif.	Por qué 2	Verif.	Por qué 3	Verif.	Por qué 4	Verif.	Por qué 5	Verif.	Materia	Máquina	Método	Mano de Obra
Excesivo tiempo para conseguir color adecuado, saliendo vetas en cambios de color críticos	No se ha limpiado y verificado correctamente el mezclador	NO												
	Falta de limpieza de husillo, cinta de transporte y ensambladora o mal realizada	NO												
	Falta de limpieza de torpedos e interior moldes o no realizada correctamente	SI	Se ha dejado de realizar la limpieza en torpedos	NO										
			Se ha hecho la misma limpieza para cambios de color no críticos que para los críticos	SI	No existe diferencia de protocolo de limpieza para las tipologías de cambio de color									Falta de formación / información en estándares



Figura 78. Análisis causa raíz por defectos de calidad

6.1.7.1.2 Averías

6.1.7.1.2.1 Averías tras finalización cambio color

Aunque no es el más frecuente de los modos de fallo, se descubre que en ocasiones ocurren averías tras finalizar el cambio de color, provocando un mayor tiempo de parada por cambio de color

Descripción del modo de fallo	Causas Potenciales					4 M								
	Por qué 1	Verif.	Por qué 2	Verif.	Por qué 3	Verif.	Por qué 4	Verif.	Por qué 5	Verif.	Material	Máquina	Método	Mano de Obra
Dilatación del tiempo de cambio de color por aparición de averías tras finalizarlo														
FALTA DE FORMACIÓN														
NO SE SABE SOLUCIONAR LA AVERÍA RAPIDAMENTE														



Figura 79. Análisis causa raíz por avería tras finalización en cambio de color

6.1.7.1.3 Falta de formación

6.1.7.1.3.1 Falta de formación al técnico de apoyo

Otro de los modos de fallo es el ocasionado por falta de formación y que tras la información recopilada detectamos que el principal problema viene a causa de que el técnico de apoyo necesita supervisión en todos sus trabajos.

Descripción del modo de fallo	Causas Potenciales					4 M								
	Por qué 1	Verif.	Por qué 2	Verif.	Por qué 3	Verif.	Por qué 4	Verif.	Por qué 5	Verif.	Material	Máquina	Método	Mano de Obra
FALTA DE FORMACIÓN DEL TÉCNICO DE APOYO. NECESITA SUPERVISIÓN DE TODOS SUS TRABAJOS														

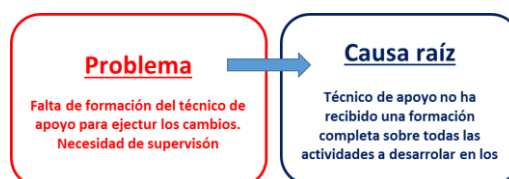


Figura 80. Análisis causa raíz por falta de formación al técnico de apoyo

6.1.7.1.4 Falta de organización

Como se puede observar en la gráfica de frecuencia de aparición de modos de fallo, la falta de organización es el más repetido y tras el estudio realizado sobre la recopilación de datos obtenemos distintas causas primarias.

6.1.7.1.4.1 A la espera de jefe de turno

El jefe de turno debe verificar ciertas actividades realizadas en el cambio de color, y a menudo ocurre que no se encuentra en el cambio de color para llevarlas a cabo.

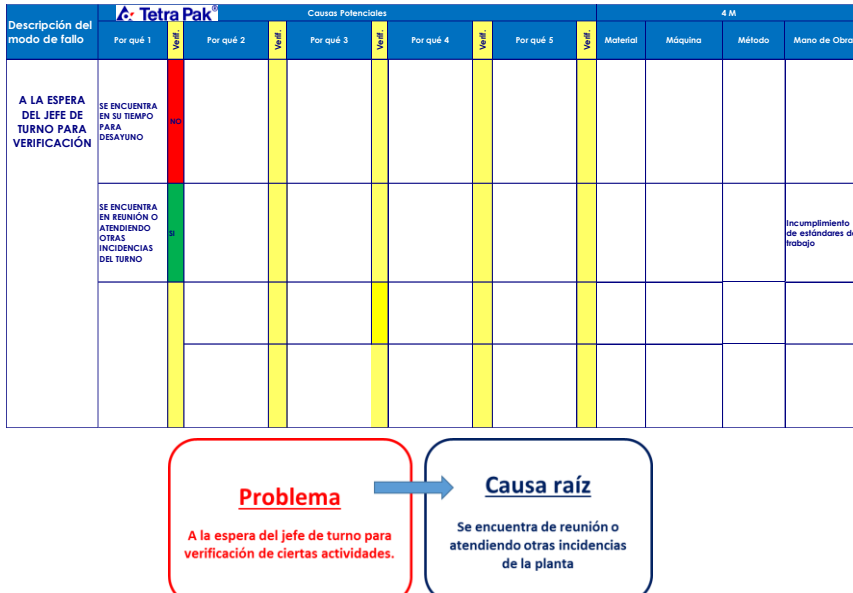


Figura 81. Análisis causa raíz por falta de organización del jefe de turno

6.1.7.1.4.2 A la espera del técnico de producción

El técnico de producción es el encargado de parar la línea, por lo que una vez acabada la orden de producción previa al cambio de color, si no llega el técnico de producción la línea estará en stand-by, sin hacer tapones pero no parada completamente, como es necesario para realizar las distintas actividades programadas dentro del cambio de color.

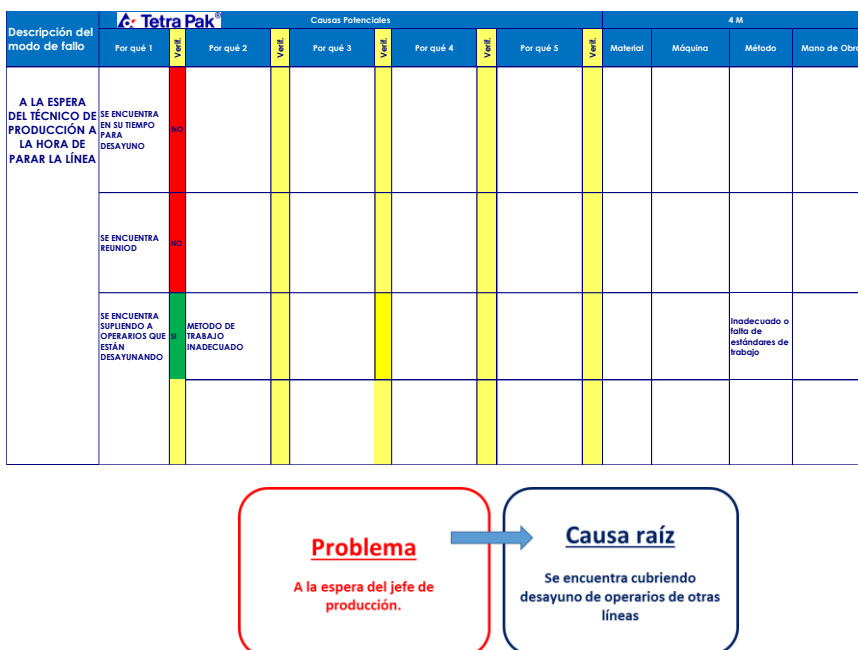


Figura 82. Análisis causa raíz por falta de organización del técnico de producción

6.1.7.1.4.3 A la espera del técnico de cámaras

El técnico especializado en las cámaras de visión es el encargado en primer lugar de cambiar la programación y calibrar los sistemas que dichas cámaras llevan para gestionar su trabajo, este primer trabajo puede realizarlo con la máquina parada mientras las personas que entran en el cambio de color terminan sus respectivos trabajos. Posteriormente, una vez empiezan a salir los primeros tapones del color deseado, el técnico debe ir comprobando una a una todas las cámaras de la línea que todo está correctamente, esta tarea en muchas ocasiones puede llegar a dilatarse debido a acciones realizadas incorrectamente previamente.

A menudo ocurre que hay que esperar la asistencia del técnico de cámaras para realizar sus pertinentes actividades en el cambio.

Descripción del modo de fallo	Causas Potenciales					4 M			
	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Materiales	Máquina	Método	Mano de Obra
A LA ESPERA DEL TÉCNICO DE CÁMARAS	SE ENCUENTRA EN SU TIEMPO PARA DESAYUNO								
	SE ENCUENTRA ATENDIENDO OTRAS LÍNEAS O EN REUNIONES							Inadecuado o falta de estándares de trabajo	



Figura 83. Análisis por falta de organización del técnico de cámaras

6.1.7.1.4.4 Búsqueda de materiales/herramientas

Otro problema encontrado durante las actividades de cambio de color, ha sido la pérdida de tiempo por parte de técnicos en la búsqueda de distintos materiales o herramientas necesarios para realizar sus tareas, llevando en muchas ocasiones pérdidas de más de 15 minutos.

Descripción del modo de fallo	Causas Potenciales					4 M			
	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Materiales	Máquina	Método	Mano de Obra
FALTA DE MATERIAL- HERRAMIENTAS	NO TENEMOS MATERIALES- HERRAMIENTAS EN LA PLANTA								
	FALTA DE REPUESTOS								
	EXISTE UN SISTEMA MOVIL PARA DEPOSITAR HERRAMIENTAS O MATERIALES		NO SE USA ESTE CARRO						
	LAS HERRAMIENTAS- MATERIALES NO ESTÁN PRÓXIMAS A LA LÍNEA PARADA		NO EXISTE UNA LISTA QUE INDIQUE TODO EL MATERIAL- HERRAMIENTAS NECESARIAS					Inadecuado o falta de estándares de trabajo	

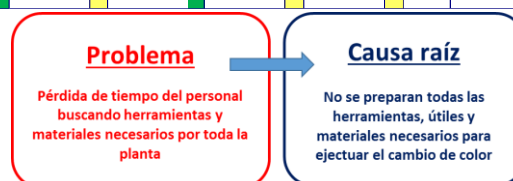


Figura 84. Análisis causa raíz por falta de organización en los materiales/herramientas

6.1.8 Paso 8. Propuesta de contramedidas y planificación

Una vez encontradas todas las causas raíces, es decir aquellas que provocan la aparición de los distintos modos de fallo en la dilatación del tiempo en los cambios de color, el equipo de mejora se centra en implantar acciones que eviten o reduzcan las pérdidas.

A continuación, se muestra un cuadro con los problemas encontrados, divididos e identificados con la misma numeración que se ha hecho en el apartado anterior, y las propuestas del equipo a llevar a cabo, junto a la semana que se planifican trabajar en su realización.

Nº	Modo de fallo	Problema	Propuesta de mejora	Semana
1	Defecto calidad	Continuas vetas en cambios de color críticos	Definición de un procedimiento de desmontaje y limpieza de torpedos para cambios de color críticos.	De 10 a 14
2	Averías	Avería tras puesta en marcha de la línea posterior al cambio de color	Comunicar al departamento de mantenimiento la necesidad de reportar y analizar averías	10
3	Falta de formación	Falta de formación del técnico de apoyo, necesita supervisión de sus trabajos realizados	Formación al técnico de apoyo para poder realizar actividades de forma autónoma	12&13
4	Falta de formación	Falta de formación de los técnicos de producción de los nuevos procedimientos creados para cambios críticos	Formación a los técnicos de producción de los distintos turnos de los nuevos procedimientos creados para cambios de color críticos	15&16
5	Falta de Organización	A la espera del jefe de turno para la verificación de limpieza de motanes y línea	Informar a jefes de turno de la prioridad de atender los cambios de color, debiendo asistir a la línea siempre que se le solicite	10
6	Falta de Organización	A la espera del técnico de producción para iniciar las tareas del cambio de color	Se establece como norma que los desayunos de operarios serán cubiertos por el operario de logística aquellos días que haya cambios de color en la planta	10
7	Falta de Organización	A la espera del técnico de cámara para comenzar regulación de los sistemas de visión	Se comunica al responsable de calidad la prioridad de atender a las líneas en cambio de color Se establece como norma que el técnico de producción avisará con 30 minutos de antelación al técnico de cámaras	10&11
8	Falta de Organización	Pérdida de tiempo buscando materiales-herramientas	Preparar una lista de verificación con todos los materiales, herramientas necesarios para que se encuentren en el carro. Técnico de apoyo será el encargado	13&14

Tabla 2. Propuestas de mejoras tras problemas encontrados

6.1.9 Paso 9. Implantar contramedidas

6.1.9.1 Defecto calidad

Como se explicó previamente, es en los cambios de color críticos cuando aparecen vetas que impiden que la línea quede validada para producir en el color que se desea.

La causa raíz de esta aparición viene provocada porque los procedimientos a seguir cuando un cambio es crítico era la misma que para un cambio estándar, por lo que se define un procedimiento para el desmontaje y limpieza de torpedos para esta tipología específica de cambio.

En este procedimiento se explica paso a paso, además de mostrar de una forma visual todas las actividades a realizar.








Núm.	Operación a realizar	Descripción gráfica del proceso
1	Aplicamos el procedimiento de limpieza de torpedos PM-SOP-002 hasta que nos encontremos en el paso 9, cuando retiramos las puntas de plásticos de los torpedos y en el cual continuaremos cuando realicemos la tarea.	 <p>INSTRUCCION OPERATIVA PARA LA LIMPIEZA DE TORPEDOS EN MOLDES DE INYECCION</p> <p>Condiciones de seguridad</p> <p>Atención: Este procedimiento prohíbe la realización de esta actividad por parte de técnicos que no hayan recibido formación.</p> <p>Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado durante la operación para evitar riesgos.</p> <p>Antes de iniciar los trabajos asegurarse de bloquear y señalar la máquina, aplicar instrucción operativa PM-SOP-002.</p> <p>Controlar las condiciones de limpieza de torpedos hacer uso de cuerdas y chequear con protección térmica así como gafas y máscara de protección facial.</p>
2	Retiramos las cerámicas de los 48 torpedos aprovechando que estos están a temperatura media.	
3	Apagamos las temperaturas de la cámara caliente y torpedos en el regulador Husky Altanium y esperamos hasta conseguir una temperatura menor a 90 grados en torpedos y 120 en cámara caliente.	
4	A continuación, con la ayuda de una llave dinamométrica, un prolongador y un vaso estrado de 11mm, procederemos a retrair los 48 torpedos, afojándolos en el sentido contrario a las agujas del reloj y cuidadosamente.	
5	Una vez retraidos, tenemos que quitar todos los restos de plásticos que se encuentran en el alojamiento de los torpedos y asegurarnos que se encuentran completamente limpios.	
6	Colocamos los 48 torpedos limpios y utilizando, de nuevo la llave dinamométrica, ajustamos en el sentido de las agujas del reloj, con una fuerza de 71 KN.	
7	Colocamos las 48 cerámicas y continuamos en el paso 10 del procedimiento de limpiezas de torpedos PM-SOP-002	

Figura 85. Procedimiento desmontaje y limpieza de torpedos

6.1.9.2 Averías

La causa raíz de la dilatación del tiempo en cambios de color provocados por la aparición de averías tras la finalización del set-up, viene provocada porque técnicos de mantenimiento no disponen de un registro de averías de esta tipología que les permita solucionar el problema en un tiempo mucho menor al que emplean asistiendo sin este registro.

Se decide comunicar dicho problema al departamento de mantenimiento, comentándole la necesidad de tener un registro de estas averías para minimizar esta pérdida.

El departamento de mantenimiento queda informado y no pone ningún tipo de problema a comenzar con los registros que son realizados por técnicos de producción, técnicos de mantenimiento y soporte de ingenieros de este departamento.

6.1.9.3 Falta de formación

6.1.9.3.1 Falta de formación al técnico de apoyo

Para evitar que las tareas realizadas por los técnicos que prestan apoyo necesiten ser supervisadas, se programa una formación específica para ellos.

Además, se aprovecha esta formación para explicar la lista de comprobación de materiales y herramientas creado, que será explicado en el punto

6.1.9.3.2 Falta de formación al técnico de producción

Una vez finalizado el procedimiento creado para los cambios de color críticos, se lleva a cabo dos sesiones de formación, una para técnicos de producción de tres turnos distintos, y otra para los otros dos restantes.

En estas sesiones, no son solo formados en los nuevos procedimientos creados, también se aprovecha la ocasión para hacer un refresco de las distintas actividades bajo las que son responsables, además de comunicarle la importancia de estar siempre presente en las actividades del cambio de color.

6.1.9.4 Falta de organización

6.1.9.4.1 Espera al jefe de turno

Para erradicar las pérdidas detectadas ocasionadas por la espera al jefe de turno, el jefe de producción tiene distintas charlas con los jefes de turno de los cinco turnos, transmitiéndole la importancia de atender los cambios de color.

6.1.9.4.2 Espera al técnico de producción

Como se explicó anteriormente, la espera del técnico de producción para comenzar con las actividades del cambio de color venía causada porque éste se encontraba sustituyendo a operarios de otras líneas de producción, que se encontraban en su descanso por el desayuno.

Se decide que será el operario de logística el encargado de suplir a los operarios en sus descansos por desayuno, aquellos días que haya cambios de color en alguna línea.

6.1.9.4.3 Espera al técnico de cámara

Para abordar los problemas que existen debido a la espera al técnico de cámaras, se decide comunicarlo al departamento de calidad, en particular al jefe de dicho departamento, ya que es el responsable directo de este trabajador, entre éste último y el equipo que lleva a cabo este equipo de mejora se decide que el técnico de producción avisará con media hora de antelación al técnico de cámara, para que éste permanezca informado que en este periodo de tiempo tendrá que atender prioritariamente el cambio de color.

6.1.9.4.4 Búsqueda de herramientas-materiales

Se prepara un listado de comprobación, check list, con todas las herramientas y materiales necesarios para el cambio de color.

Gracias a este check list evitaremos que todo el personal que entra en los cambios de color pierda tiempo buscando distintos materiales y herramientas, ya que todos se encontrarán en los distintos carros que usa el personal.

PREPARACION DE MATERIALES CAMBIOS PRODUCCION				
Fecha:	17-5-2017	Línea:	27.76	
Responsable:	OSCAR			
1. Componentes o materiales		SI	NO	N/A
1.1	Mangueras para el nuevo colorante disponibles a pie de máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Cubos con el nuevo colorante preparados a pie de máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Material limpiador de husillo y vasos de plástico disponibles en prensas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Filtros de aspiración de colorantes limpios y disponibles en carro herramientas Set-up	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Paquete de trapos de limpieza disponible en carro herramientas Set-up	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Guantes de latex disponibles en carro Set-up	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	Bolsas vacías junto a los dosificadores Motan y prensas para vaciado material y limpieza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Recogedor, escoba y cubo de basura disponible a pie de máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Herramientas de trabajo		SI	NO	N/A
2.1	EPI's disponibles (Gafas, guantes protección mecánica y térmica)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Carro de herramientas Set-up a pie de máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Pistola neumática conectada en cada prensa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Llave fija 14-15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Llave dinamométrica (En caso de ser necesario el cambio de torpedos)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6	Juego completo de torpedos limpios (En caso de cambios de color críticos)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Escaleras de mano (En caso de cambiar de material)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8	Mesa de volteo de cajas (En caso de cambio de color crítico)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Otros		SI	NO	N/A
3.1	Orden de cambio de producción disponible y visible en máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Procedimientos de trabajo relativos a cambios producción disponibles en carro herramientas Set-up	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Desconectar manguera de colorante cuando queden últimas cajas de producción	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Avisar al técnico de producción cuando se esté produciendo la última caja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:				
NOTA: N/A No aplica				

Figura 86. Check list de preparación de materiales

6.1.10 Paso 10. Verificar resultados

Una vez implantadas todas y cada una de las acciones anteriormente explicadas, el siguiente paso consiste en corroborar que gracias a dichas acciones conseguimos resultados positivos.

Como se explicó en los primeros pasos, este equipo es lanzado debido a un gran aumento del pedido de clientes, ya que durante el año que se realiza este proyecto se llegan a multiplicar por tres el número de cambios de color con respecto al año anterior.

Por esta razón las dos siguientes gráficas que muestran el despliegue de pérdidas operacionales más planificadas de la línea que más cambios de color sufre, no es representativo de las mejoras implantadas, si será fiel reflejo de que ha llegado a multiplicarse por 2,4 debido al aumento de pedidos de diferente color.

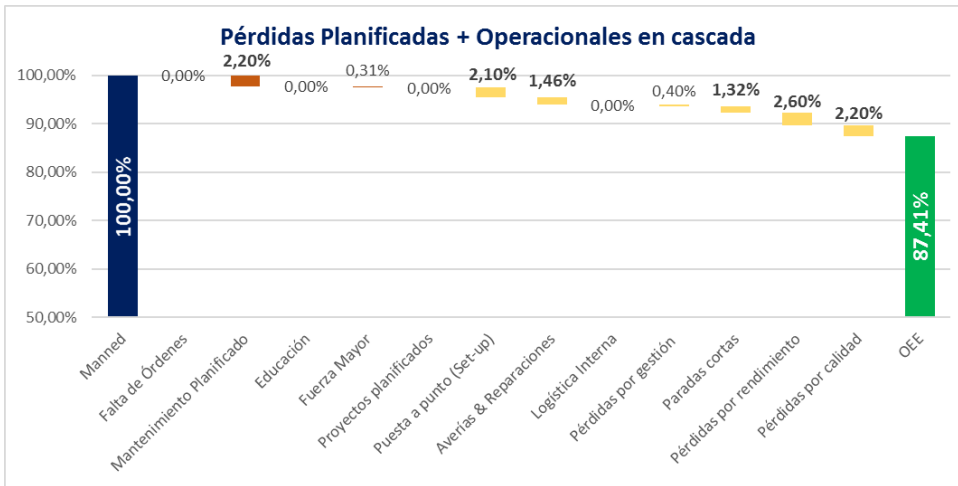


Figura 87. Despliegue de pérdidas previo al equipo de reducción

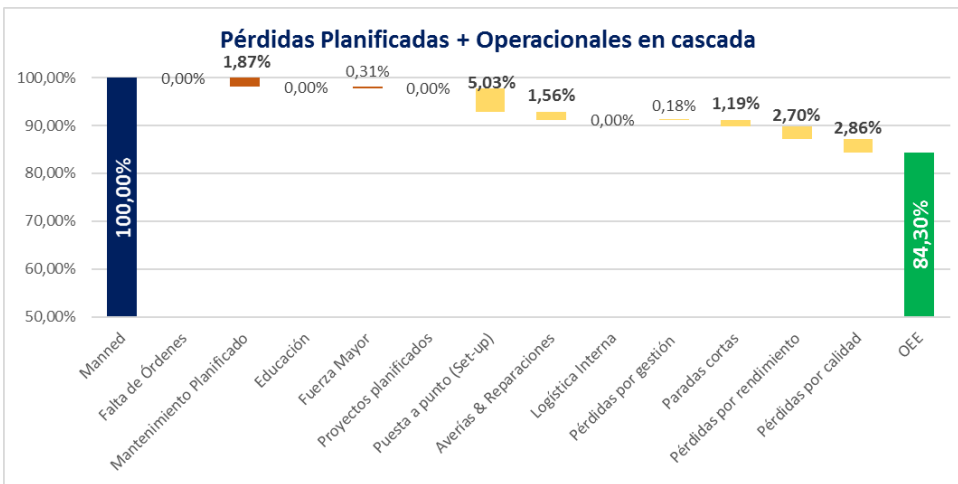


Figura 88. Despliegue de pérdidas posterior al equipo de reducción

6.1.10.1 Proceso actual

Como se ha comentado al principio de los primeros apartados de este equipo de mejora, el proceso de trabajo se había estudiado en ocasiones anteriores y optimizarlo a priori no era objeto de este equipo de mejora, lo que si se ha realizado es la agregación de una actividad previa a la parada y que por lo tanto no incurre en mayor tiempo de parada que es la preparación y comprobación del material necesario para el cambio por parte del técnico de apoyo.

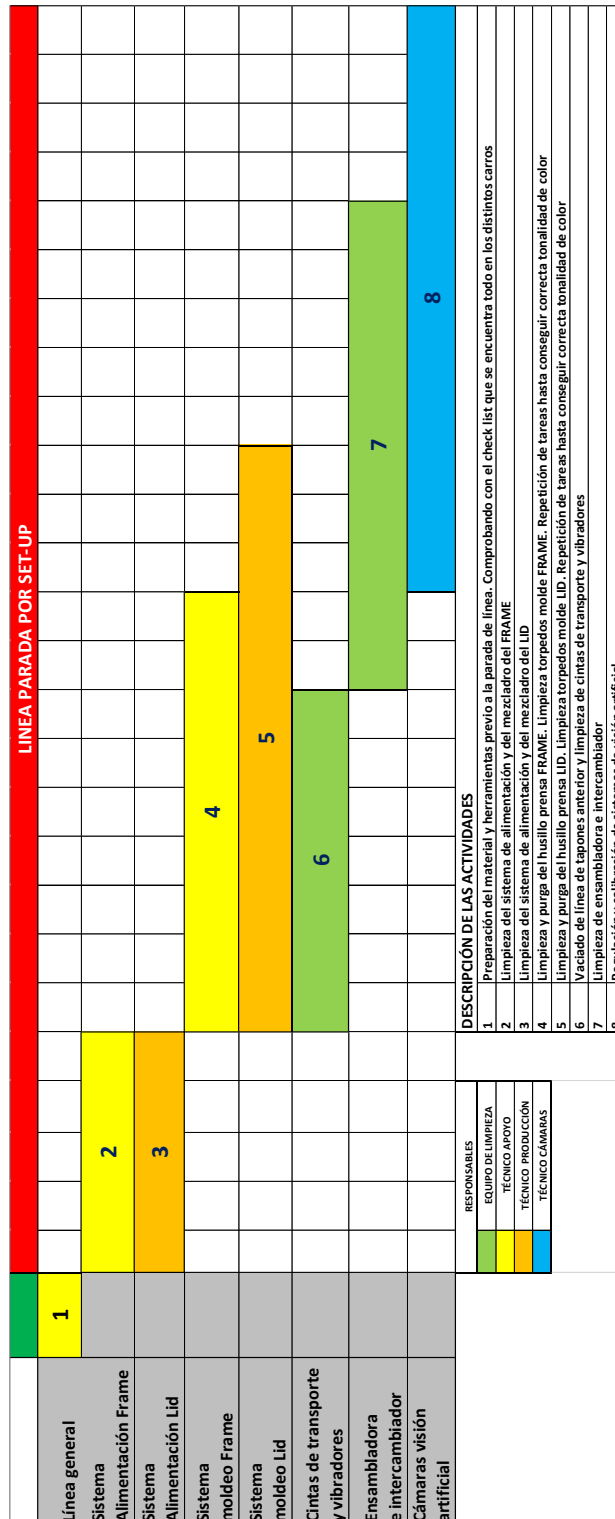


Figura 89. Diagrama hombre-máquina en cambios de color tras acciones implantadas

6.1.10.2 Resultados misma codificación

Para comprobar que con las acciones llevadas a cabo hemos conseguido obtener mejoras, resulta obvio que lo que debemos hacer es comparar cambios de color de exactamente la misma codificación.

A continuación, se muestran resultados de cambios de color idénticos realizados previamente a la implantación de mejoras y posteriormente.

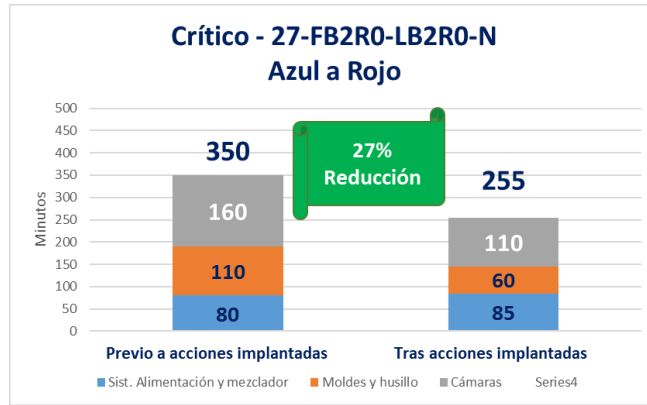


Figura 90. Ejemplo de resultados obtenidos en cambio azul a rojo

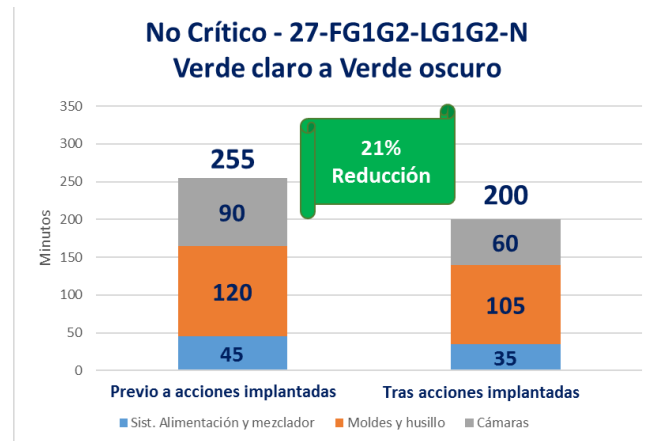


Figure 91. Ejemplo de resultados obtenidos en cambio verde claro a verde oscuro

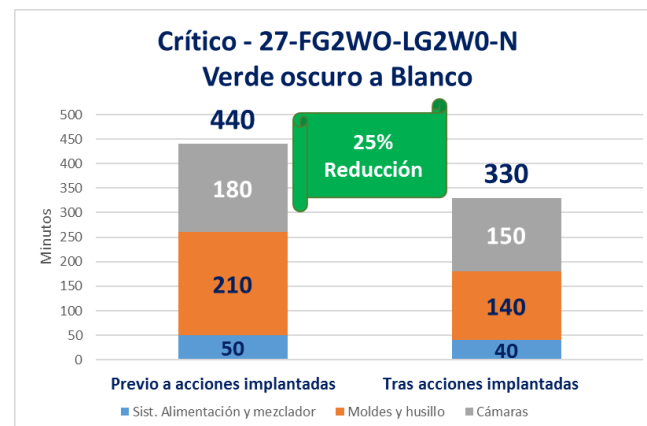


Figure 92. Ejemplo de resultados obtenidos en cambio verde oscuro a blanco

6.1.10.3 Resultados misma tipología

A continuación, se muestra dos gráficas con los resultados medios obtenidos para las dos tipologías de cambios definidos. Además, se resalta que para ambos se consigue el objetivo marcado en los primeros pasos de este equipo.

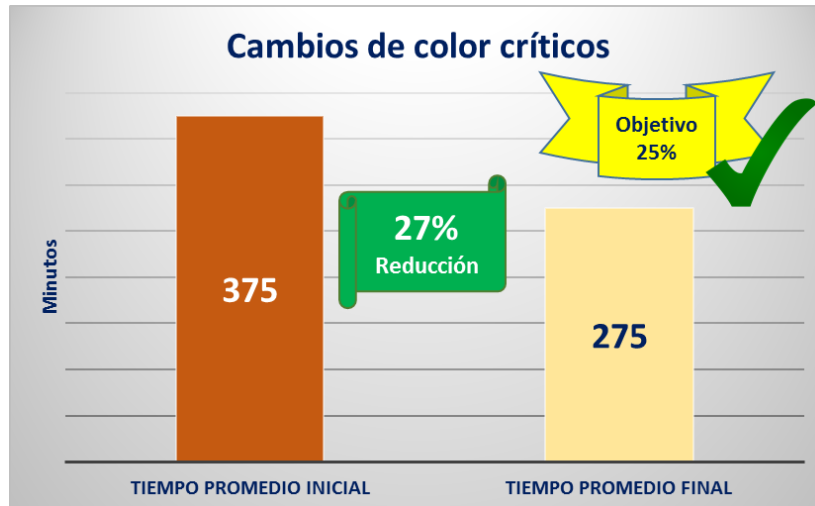


Figura 93. Resultados obtenidos en cambios de color críticos

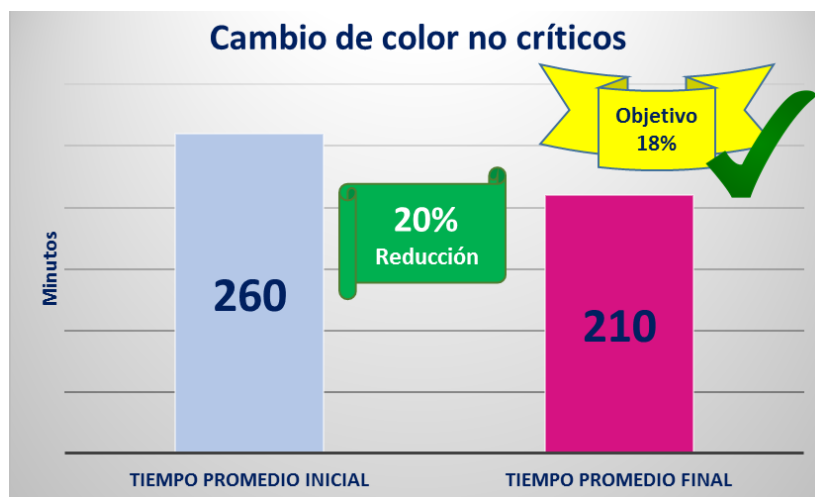


Figure 94. Resultados obtenidos en cambios de color no críticos

6.1.11 Paso 11. Estandarización

Una vez comprobado las mejoras conseguidas con las acciones implantadas, el siguiente paso consiste en desarrollar una serie de actividades de seguimiento, de forma que eviten que las acciones implantadas solo se usen las primeras semanas tras la implantación y vuelvan a ocurrir los problemas de antes.

Para ello se incorpora en la pizarra del departamento de producción una columna exclusivamente para el seguimiento de los cambios de color y que será actualizado cada vez que exista uno.

En la reunión matinal diaria, la cual hace un repaso por todo lo que hay en la pizarra, se comentarán los resultados del cambio de color además de las anomalías detectadas en caso de que hayan existido.

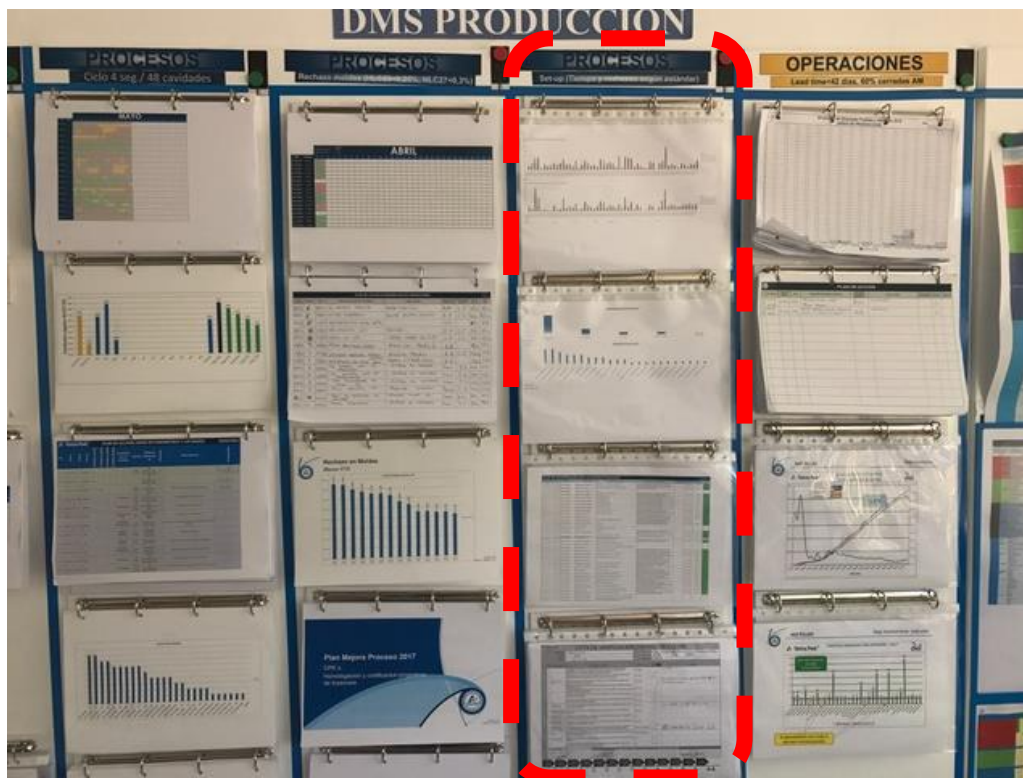


Figura 95. Información de cambios de color en DMS departamento de producción

6.1.12 Paso 12. Planes futuros

6.1.12.1 Reaplicación en líneas del producto HC23

Como ya se comentó en los primeros pasos, el equipo lanzado para erradicar la pérdida se centra en el producto HC27 por diversas razones.

Teniendo en cuenta que gran parte de las actividades a desarrollar durante un cambio de color son independientes del producto que se genera en la línea, además de las herramientas ya creadas válidas para cualquier codificación de cambio de color, se reaplican todas las mejoras implantadas que son independientes de si el cambio de color es en una línea HC27 o HC23.

6.1.12.2 Definición objetivos por codificación de cambio de color

Uno de los puntos bajo los que se continúa trabajando y que será necesario para ello un mayor tiempo, es el de la definición de unos KPIs para cada tipo de cambio.

Para ello, se definirá un tiempo objetivo y rechazo objetivo. Una vez tengamos definidos estos indicadores será más rápido detectar desviaciones, para posteriormente analizarlas y planificar acciones de mejora.

Se define un mínimo de 4 cambios de color con la misma codificación para poder empezar a definir los indicadores para dicha codificación.

Actualmente no disponemos de información suficiente para proceder a la definición de estos indicadores, a medida que lleguemos a tener registro de 4 cambios de color con la misma codificación procederemos a su definición de indicadores.

7 CONCLUSIONES

En las últimas décadas son muchas las empresas, y en particular las plantas de producción las que han decidido cambiar sus procesos internos para así diferenciarse y a la vez ser más competitivos. En el caso particular de este TFG, se ha mostrado cómo una planta de producción de tapones ha conseguido obtener resultados extraordinarios y con ello aumentar su competitividad, mediante dos aplicaciones de la metodología o sistema de organización World Class Manufacturing.

En la primera de las aplicaciones se ha analizado a fondo uno de los pilares de los que está compuesto el WCM, pilar de Focus Improvement&Costs, habiendo participado directamente en el conjunto de acciones y actividades llevadas a cabo por el mismo. En la memoria de este trabajo queda reflejado el procedimiento seguido mediante una hoja de ruta marcada desde el inicio y trabajando con distintas metodologías y herramientas, para conseguir mejorar los resultados de eficiencia, rechazo generado, eficiencia energética, etc... en la planta objeto de estudio.

En la segunda aplicación mostrada, se han desarrollado todos los pasos seguidos, uno a uno, de un equipo cuyo objetivo ha sido reducir el tiempo en la puesta a punto de una línea de producción por cambio de color de los tapones a producir, quedando reflejado que tras análisis de causa raíz, propuesta y ejecución de mejoras se ha conseguido una reducción entre el 18% y 25% para las dos tipologías de cambios de color.

Además de estas dos aplicaciones, son muchas otras en las que he tenido la suerte de participar directa e indirectamente y constatar la importancia de una herramienta tan potente como el World Class Manufacturing, la cual sigue vigente en la empresa, siempre gestionada por el funcionamiento de sus pilares y guiada por la ruta de los mismos, no teniendo ninguna duda que le llevará a obtener mejores resultados en todos los ámbitos de la planta.

REFERENCIAS

Coderch, R. (2004). *Herramientas para la calidad*.

Fernández, A. (1990). *"Historia Universal. Edad Contemporánea"*. Ediciones Vicens-Vives.

Gunn, T. G. (1988). *"Manufacturing for Competitive Advantage: Becoming a World Class Manufacturer"*.

Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1984). *"Restoring Our competitive Edge: Competing Through Manufacturer"*.

Schoenberg, R. J. (1982). *"Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity"* (Vol. 2).

Schonberger, R. (1996). *"World Class Manufacturing: The Next Decade"*.

www.kitemes.com. (s.f.). *Templo del WCM*.

